


G.65. B. 21.
E. BIBL. RADCL.


G. 65. 13. 21.
E. BIBL. RADCL.


600025133K

NOUVELLES RECHERCHES

SUR

LES PROPRIÉTÉS OPTIQUES DES CRISTAUX

NATURELS OU ARTIFICIELS.

EXTRAIT DU TOME XVIII

DES MÉMOIRES PRÉSENTÉS PAR DIVERS SAVANTS

À L'INSTITUT IMPÉRIAL DE FRANCE.

NOUVELLES RECHERCHES

SUR

LES PROPRIÉTÉS OPTIQUES DES CRISTAUX

NATURELS OU ARTIFICIELS.

ET

SUR LES VARIATIONS QUE CES PROPRIÉTÉS ÉPROUVENT

SOUS L'INFLUENCE DE LA CHALEUR.

PAR M. DES CLOIZEAUX,

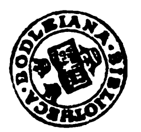
PROFESSEUR DE MINÉRALOGIE À L'ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE.



PARIS.

IMPRIMERIE IMPÉRIALE.

M DCCC LXVII.



NOUVELLES RECHERCHES

SUR

LES PROPRIÉTÉS OPTIQUES DES CRISTAUX

NATURELS OU ARTIFICIELS

ET SUR LES VARIATIONS QUE CES PROPRIÉTÉS ÉPROUVENT

SOUS L'INFLUENCE DE LA CHALEUR.

Depuis la publication faite, en 1857 et en 1858, dans les tomes XI et XIV des Annales des Mines, de mon premier et de mon deuxième Mémoire *Sur l'emploi des propriétés optiques biréfringentes pour la détermination des espèces cristallisées*, les perfectionnements que j'ai apportés au microscope polarisant m'ont permis d'étendre beaucoup mes recherches.

Le travail que je publie aujourd'hui a été soumis à l'examen d'une commission composée de MM. Delafosse, Ch. Sainte-Claire Deville et Fizeau, et il a été l'objet d'un rapport lu par M. Delafosse à l'Académie des sciences, dans sa séance du 14 mai 1866. Ce travail contient le résumé de toutes mes nouvelles observations sur des formes cristallines indéterminées jusqu'à ce jour[1], sur des indices de réfraction qui n'avaient pas encore été

[1] Parmi ces formes, je citerai notamment celles : de la *tachydrite* de Stassfurt, dont les masses déliquescentes, où l'on avait annoncé l'existence de deux clivages, offrent en réalité un rhomboèdre très-voisin de 90°; de l'*acide molybdique*, en belles lames rhombiques préparées par M. Debray; de l'*adamine*, nouvel arséniate de

mesurés, sur l'orientation et sur la dispersion des axes optiques et de leurs bissectrices dans les cristaux biaxes, et surtout sur les modifications que la chaleur apporte à certains phénomènes optiques des substances biréfringentes. L'étude de ces modifications a été rendue facile à l'aide d'une étuve adaptée au microscope disposé horizontalement et décrite dans mon Mémoire *Sur l'emploi du microscope polarisant*, publié en 1864 dans le tome VI, VI[e] série, des Annales des Mines.

Pour simplifier les recherches, j'ai renoncé à la classification que j'avais adoptée dans mes deux premiers Mémoires. Toutes les substances, à l'exception de celles dont les propriétés optiques ont été indiquées d'une manière suffisamment complète dans le premier volume de mon Manuel de Minéralogie, paru en 1862, sont rangées par ordre alphabétique dans les cinq catégories suivantes :

1° Cristaux du système cubique, et substances monoréfringentes amorphes;

2° Cristaux biréfringents à un axe, des systèmes quadratique et rhomboédrique;

3° Cristaux biréfringents à deux axes du système rhombique, ayant pour forme primitive un prisme rhomboïdal droit;

zinc isomorphe de l'olivénite, récemment découvert par M. Friedel et par moi; de la *carnallite* de Stassfurt, regardée comme hexagonale par M. Rammelsberg, mais offrant en réalité des pyramides du système rhombique; de la *polybasite*, qui appartient au prisme rhomboïdal droit, malgré son apparence hexagonale; du *sulfate rhombique d'igasurine;* du *sulfate rhombique de morphine;* du *sulfate rhombique de potasse fondu;* de la *thalackérite* de Breithaupt; de l'*amphibole anthophyllite*, qui paraît constituer une espèce dimorphe de l'anthophyllite rhombique; de l'*azotate céroso-cérique et ammonique* clinorhombique; du *corundophilite*, variété de clinochlore; de l'*hydrargillite*, considérée jusqu'ici comme hexagonale, mais qui dérive d'un prisme rhomboïdal oblique; de l'*orcine;* de la *Pisanite*, isomorphe avec le sulfate de fer ordinaire; du *prussiate rouge de potasse* qui, par ses propriétés optiques, paraît appartenir au système clinorhombique; de la *Schefférite* de Michaelson, variété de pyroxène manganésien; de la *triplite*, où l'orientation du plan des axes optiques est celle d'un cristal du système clinorhombique; de la *prosopite*, décrite par M. Scheerer comme offrant des cristaux du type clinorhombique, mais qui me semble devoir être rapportée au prisme doublement oblique; enfin de la *tankite* qui n'est qu'une altération de l'anorthite.

4° Cristaux du système clinorhombique, ayant pour forme primitive un prisme rhomboïdal oblique;

5° Cristaux du système triclinique, ayant pour forme primitive un parallélipipède obliquangle.

1° Cristaux du système cubique et substances monoréfringentes amorphes.

Acide arsénieux. Un prisme de 45° 46′ à faces légèrement courbes, taillé sur un des gros octaèdres réguliers obtenus par M. H. Sainte-Claire Deville, m'a donné comme valeur approximative de l'indice à 17° centigrades :

$$n = \begin{cases} 1.748 \text{ rayons rouges (lithine).} \\ 1.755 \text{ rayons jaunes (soude).} \end{cases}$$

Amphigène. Cette substance est une de celles dans lesquelles Biot a signalé l'existence, au plus haut degré, de la polarisation lamellaire. On sait que la forme ordinaire de ses cristaux est celle d'un trapézoèdre ou icositétraèdre, dont les angles dièdres sont égaux à 146° 27′ et 131° 49′. Les phénomènes produits par le passage de la lumière polarisée sont essentiellement irréguliers, et ils varient avec les plages soumises à l'examen et avec la direction suivant laquelle les lames ont été extraites des cristaux. Voici, par exemple, ce que j'ai observé sur un cube artificiel taillé dans un cristal transparent de Frascati près Rome, de manière à avoir ses faces parallèles aux faces du cube primitif.

A travers un premier couple de faces : dans la lumière parallèle, nombreuses stries ou fissures croisées à angle droit, parallèlement aux deux diagonales du carré et très-prédominantes dans les quatre angles, plages irrégulièrement colorées vers le centre, extinction imparfaite; dans la lumière convergente, à 45° du plan de polarisation, quatre systèmes de courbes peu régulières, imitant les unes des portions d'hyperboles, les autres des portions de lemniscates, opposées deux à deux parallèlement aux côtés du carré.

A travers un second couple de faces : dans la lumière parallèle, fissures très-nombreuses croisées à angle droit suivant les directions des deux diagonales du carré, et formant une sorte de réseau noirâtre qui occupe à peu près toute son étendue; dans la lumière convergente, espèces de croix vagues et imparfaites, changeant d'aspect suivant les plages et se disloquant plus ou moins à chaque déplacement du cristal.

A travers le troisième couple de faces : dans la lumière parallèle, fissures peu nombreuses confinées dans deux angles du carré et toujours parallèles à ses deux diagonales; dans la lumière convergente, quatre systèmes, opposés deux à deux parallèlement aux côtés du carré, de courbes assez régulières rappelant les hyperboles qui se manifestent dans une lame biréfringente normale à l'axe d'élasticité moyenne.

L'orientation des nombreuses fissures rendues visibles par le passage de la lumière polarisée prouve évidemment l'existence de plans de séparation parallèles aux faces du dodécaèdre rhomboïdal, suivant lesquelles on cite en effet un clivage imparfait et difficile à obtenir.

Dans des lames taillées parallèlement aux faces de l'octaèdre, la lumière polarisée parallèle fait voir, dans une direction, des stries très-nombreuses et très-prononcées, et dans deux autres directions, qui coupent la première sous des angles de 60° et de 120°, des fissures plus fines et interrompues; la lumière convergente y détermine des couleurs vagues et, dans une ou deux plages, une sorte d'anneau très-large traversé par une bande noire, qui rappelle vaguement l'un des systèmes d'anneaux colorés visibles dans une plaque oblique à la bissectrice d'un cristal biréfringent à deux axes.

Dans des lames parallèles aux faces du dodécaèdre rhomboïdal, la lumière polarisée parallèle montre des bandes à couleurs vagues et des fissures très-marquées et très-dominantes dans une direction, coupées à 90° et à 60° par quelques stries fines et interrompues; la lumière convergente y fait naître des couleurs vagues,

et en quelques plages un anneau encore plus irrégulier que celui des plaques taillées parallèlement aux faces octaédriques.

Ces divers effets pourraient être rapportés à une polarisation irrégulière, probablement analogue à la polarisation par interférence sur les lames striées et à travers les fentes minces, observée par M. Fizeau.

En opérant sur un prisme très-pur, j'ai trouvé pour l'indice,

$n = 1.507$ rayons rouges, vers 15° C.

Analcime. M. Brewster a depuis longtemps fait voir que la plupart des cristaux de ce minéral offraient des phénomènes analogues à ceux du verre trempé. Lorsqu'on soumet au microscope polarisant des lames coupées parallèlement à une quelconque des faces d'un cristal cubique, les effets produits sont sensiblement identiques. Avec la lumière parallèle, des cristaux très-limpides, des îles Cyclopes, produisent une extinction assez complète dans deux directions parallèles aux côtés des lames carrées, et ne montrent qu'une espèce de croix bleuâtre, dont les branches, rappelant des brins de mousse, suivent leurs deux diagonales; avec la lumière convergente on voit deux branches d'hyperbole fort irrégulières et très-voisines, se réunissant en croix ou se séparant dans deux directions rectangulaires lorsqu'on promène la lame dans son plan. Un cristal très-pur m'a donné,

$n = 1.4874$ pour les rayons rouges, vers 15° C.

Blende jaune clair, du Picos de Europa, province de Santander en Espagne. Un bon prisme de 30° 41′ m'a donné à 15° C.

$D_r = 45° 52' 30''$ $n = 2.341$ rayons rouges (lithine).
$D_j = 46° 56' 30''$ $n = 2.369$ rayons jaunes (alcool salé).

Boracite. Les cristaux de boracite les plus transparents, examinés au microscope polarisant dans un faisceau de rayons parallèles, montrent de nombreuses fissures ou lamelles intérieures, et la masse paraît agir irrégulièrement sur la lumière polarisée; dans un faisceau de rayons convergents, surtout lors-

qu'on opère sur de petits cristaux cubiques, il se manifeste, en certaines plages irrégulièrement disséminées, des anneaux colorés traversés par une barre noire, tellement nets et tellement serrés, qu'on ne peut guère douter qu'ils ne soient dus à un phénomène de véritable double réfraction. Presque toutes les lames intérieures qui produisent ces anneaux ont leur tranche normale aux faces du cube, et lorsqu'on regarde à travers une face carrée, on voit qu'elles sont groupées dans quatre secteurs triangulaires ayant chacun pour base un côté du carré; généralement les secteurs ne sont pas en contact immédiat, mais ils sont séparés par deux bandes étroites qui suivent les deux diagonales du carré et renferment d'autres lamelles plus fines et moins nombreuses, dirigées parallèlement à ces diagonales et par conséquent perpendiculaires aux faces du dodécaèdre rhomboïdal.

Les seuls plans de séparation connus dans la boracite étant fournis par un clivage fort imparfait parallèle aux faces des deux tétraèdres placés sur les angles du cube, on voit qu'il n'y a pas de relation entre la position de ces plans et celle des lamelles intérieures. Dans certaines plages, l'axe optique auquel correspondent les anneaux colorés est sensiblement normal aux faces cubiques à travers lesquelles on les aperçoit; dans d'autres plages, il leur est plus ou moins oblique. Après quelques tâtonnements, on parvient à tailler des lames normales à la bissectrice des axes optiques des lamelles biréfringentes, et c'est ainsi que j'ai pu étudier leur écartement et leur dispersion. (Voy. plus loin à l'article *parasite*.)

Les cristaux de boracite consistent donc en une masse monoréfringente traversée par des lamelles douées de la double réfraction à deux axes. Ces lamelles, déjà signalées par M. Volger, sous le nom de *parasite* [1], doivent avoir une composition très-analogue sinon identique à celle de la boracite, et c'est à un changement spontané dans leur constitution, regardé par M. Volger comme une hydratation, qu'on peut attribuer le trouble et même l'opacité presque complète de certains cristaux de boracite.

[1] *Versuch einer Monographie des Borazites*, par Otto Volger; Hannover, 1855.

Un prisme de 42° 36′ 15″, formé par une face du dodécaèdre rhomboïdal et par un plan artificiel un peu oblique à une face cubique, m'a donné pour l'indice à 15° C.

$$n = \begin{cases} 1.663 \text{ rayons rouges.} \\ 1.667 \text{ rayons jaunes.} \\ 1.675 \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

Le cristal qui a fourni ce prisme contient de nombreuses vacuoles intérieures et des lamelles biréfringentes.

Diamant. Le plus grand nombre des cristaux de diamant, examinés dans des rayons parallèles de lumière polarisée, manifestent, ainsi que l'a annoncé depuis longtemps M. Brewster, des couleurs irrégulières et une extinction plus ou moins complète suivant l'azimut où le cristal est placé; quelques-uns font voir une sorte de réseau noirâtre formé par de nombreuses stries intérieures qui se croisent sous des angles de 109° et de 71°, comme les faces du clivage octaédrique; d'autres, et ce sont les plus rares, montrent un champ noir parfaitement uniforme.

Une plaque incolore bien homogène, n'offrant dans la lumière parallèle que les stries croisées très-fines dont je viens de parler, m'a fourni à 20° C. au moyen de deux prismes de 32° 54′ et de 23° 31′, les valeurs suivantes de l'indice :

$$n = \begin{cases} 2.4135 \text{ rayons rouges.} \\ 2.4195 \text{ rayons jaunes.} \\ 2.4278 \text{ rayons verts.} \end{cases}$$

Les nombres extrêmes obtenus par l'emploi des deux prismes ne différaient que d'une unité sur la troisième décimale.

Fluorine. Un très-bon prisme de 45° 40′, taillé dans un cristal transparent d'un vert pâle, dichroïte, m'a donné à 15° C.

$$n = \begin{cases} 1.433 \text{ rayons rouges.} \\ 1.435 \text{ rayons jaunes.} \end{cases}$$

GRENAT ALMANDINE. Les variétés de l'Inde, d'un beau rouge, connues sous le nom de *grenat syrien*, sont assez homogènes à l'intérieur et paraissent sans aucune action sur la lumière polarisée. Un prisme de 54° 21', pris dans un échantillon d'un beau rouge vermeil, de Ceylan, m'a donné à 15° C.

$n = 1.7716$ rayons rouges.

GRENAT GROSSULAIRE. Les cristaux verdâtres de Wilui montrent, dans la lumière polarisée parallèle, une marqueterie composée d'une multitude de pièces, colorées de teintes très-variées, mais arrivant toutes à l'extinction dans le même azimut. Dans la lumière convergente, certaines plages laissent voir une large bande noire qui peut devenir une courbe rappelant vaguement l'hyperbole de l'un des systèmes d'anneaux d'une substance biréfringente à deux axes.

POLLUX. Ce minéral très-rare, remarquable par la grande teneur en cœsium (environ 34 p. %) que l'analyse de M. Pisani y a fait découvrir[1], se présente quelquefois en cristaux offrant la combinaison du cube et de l'icositétraèdre a^2. Quoique la plupart des échantillons aient une surface fendillée et comme corrodée, leur intérieur est parfaitement homogène et sans aucune action sur la lumière polarisée. Un petit prisme de 58° 21', pris sur un beau fragment cristallin appartenant à la collection de la Sorbonne, m'a donné pour l'indice à 20° C.

$$n = \begin{cases} 1.515 & \text{rayons rouges.} \\ 1.517 & \text{rayons jaunes (alcool salé).} \\ 1.527 & \text{rayons bleus}^{2}. \end{cases}$$

[1] Comptes rendus de l'Académie des sciences, séance du 18 avril 1864.

[2] Dans le premier volume de mon Manuel de Minéralogie, j'avais annoncé, sur l'autorité de M. Breithaupt, que le pollux possédait la double réfraction à deux axes. Mais il y a eu évidemment quelque méprise de la part de l'illustre professeur de Freiberg, et l'échantillon dont il a constaté la biréfringence était en réalité du *castor*, si facile d'ailleurs à confondre avec le pollux par son aspect extérieur.

SCHORLOMITE. Cette substance n'est probablement qu'un grenat plus ou moins titanifère. Les lames les plus minces que j'aie pu extraire d'un grand nombre d'échantillons sont ou opaques ou translucides et d'un rouge brun foncé; celles-ci n'exercent aucune action appréciable sur la lumière polarisée.

SENARMONTITE (oxyde d'antimoine octaédrique). Ce minéral, connu seulement en octaèdres réguliers, offre des phénomènes optiques analogues à ceux que j'ai signalés dans la boracite. Au microscope polarisant, les lames taillées normalement aux axes octaédriques montrent, dans la lumière parallèle, des couleurs irrégulières et une extinction plus ou moins complète, se produisant à la fois dans quatre secteurs triangulaires séparés par deux bandes étroites, sinueuses, perpendiculaires entre elles et parallèles aux faces du cube. La lumière convergente fait naître çà et là un système d'anneaux colorés traversés par une bande noire, diversement orientée suivant les plages que l'on examine; ce système semble correspondre à un axe optique légèrement oblique à la plaque. Quoique les anneaux soient généralement plus larges, moins nombreux et un peu plus confus que dans la boracite, ce qui tient sans doute à l'enchevêtrement irrégulier de nombreuses lames intérieures, il est peu probable qu'ils soient produits par le simple effet d'une polarisation irrégulière, et on est porté à les attribuer encore à la présence de lamelles biréfringentes à deux axes optiques écartés. Ces lamelles, qui n'appartiennent certainement pas à l'*exitèle* (oxyde d'antimoine rhombique) dont j'ai toujours trouvé les axes optiques très-rapprochés, sont peut-être de l'acide arsénieux rhombique, et leur présence expliquerait la légère odeur arsenicale que dégagent souvent les cristaux de Senarmontite lorsqu'on les traite au chalumeau sur le charbon. Dans les lames travaillées suivant les faces de l'octaèdre les effets sont moins marqués, et l'on aperçoit seulement par places, avec la lumière convergente, des courbes rappelant les lemniscates des cristaux biaxes. Le peu de dureté et le facile clivage octaédrique de la

substance ne m'ont pas permis jusqu'ici de me procurer, comme pour la boracite, une plaque pouvant faire voir dans l'air ou dans l'huile les deux systèmes d'anneaux des lamelles supposées biréfringentes.

A l'aide d'un prisme de 44° 43', extrait d'un cristal bien transparent, j'ai trouvé pour l'indice,

$$n = \begin{cases} 2.073 \text{ rayons rouges.} \\ 2.087 \text{ rayons jaunes (alcool salé).} \end{cases}$$

STASSFURTITE. Cette substance, qui se présente en nodules terreux d'un blanc de neige paraissant sous le microscope composés d'une agrégation de très-petites baguettes transparentes, avait été regardée par M. G. Rose comme une variété dimorphe de la boracite, dont elle possède la composition exacte, d'après les nouvelles analyses de M. Bischof. Mais ces baguettes, n'exerçant aucune action sur la lumière polarisée, doivent appartenir au système cubique malgré leur forme allongée; elles ne diffèrent donc par aucun caractère essentiel de la boracite de Lünebourg.

VERRE ANTIQUE. Deux prismes de 58° 50' et de 58° 52' taillés, l'un dans un verre verdâtre, l'autre dans un verre jaunâtre dont les fragments ont été recueillis dans les ruines romaines de Pomponiana près Hyères (Var), m'ont donné pour l'indice moyen :

Verre verdâtre, $n = 1.519$ rayons jaunes.
Verre jaunâtre, $n = 1.522$ rayons jaunes.

La glace de Saint-Gobain, suivant qu'elle est d'ancienne ou de nouvelle fabrication, a pour indice moyen 1.505 à 1.510; 1.525 à 1.540.

ZIGUÉLINE (cuivre oxydulé). Remarquable par l'élévation de son indice de réfraction. M. Fizeau a trouvé pour les rayons rouges (lithine), dans un cristal transparent de Chessy,

$n = 2.849$ à 23° C. sur un prisme réfringent de 7° 54'.

2° Cristaux biréfringents à un axe des systèmes quadratique et rhomboédrique.

— Anatase[1]. Dans un cristal tabulaire bleu du Brésil, offrant des plages où la dislocation de la croix produit une apparence biaxe, on a choisi une plage dans laquelle les deux branches de la croix, vues à 45° du plan de polarisation et à 15° C. étaient séparées par 1 div. $\frac{1}{2}$ du micromètre du microscope; on a chauffé le cristal dans l'étuve jusqu'à 180°.8 C. et en suivant le phénomène de 5 en 5 degrés, soit avec le verre rouge, soit avec la lumière blanche, on n'a pu apercevoir le moindre déplacement dans les parties disloquées de la croix.

M. Schrauf a publié, en 1860, dans le vol. XLII des *Sitzungsberichte der Kais. Akademie der Wissenschaften,* de Vienne, les valeurs suivantes pour les indices ordinaire et extraordinaire correspondant aux raies B et D du spectre, à 20° C.

Premier cristal.		Deuxième cristal.	
$\omega_B = 2.511$	$\varepsilon_B = 2.476$	$\omega_B = 2.515$	$\varepsilon_B = 2.477$
$\omega_D = 2.535$	$\varepsilon_D = 2.496$	"	$\varepsilon_D = 2.497$

+ Apophyllite d'Utö. Une lame à croix disloquée a été placée dans l'étuve du microscope et chauffée de 21°.5 à 130° C. Les branches de la croix, qui à 45° du plan de polarisation étaient séparées par deux divisions du micromètre, n'ont éprouvé aucun déplacement par la chaleur, soit dans la lumière rouge, soit dans la lumière blanche.

— Argyrythrose; argent rouge. M. Fizeau a trouvé sur un prisme très-transparent de 20° 15', pris sur un cristal d'Andréasberg,

$\omega = 3.084$ $\varepsilon = 2.881$ ray. rouges (lithine) à 19° C.

[1] Les signes — ou + placés en tête de chaque substance indiquent le sens de la double réfraction.

— CORINDON SAPHIR. Un cristal à plages d'apparence biaxe a été placé dans l'étuve, de telle sorte que, vues à 45° du plan de polarisation, les deux branches de la croix disloquée étaient séparées par trois divisions du micromètre. Ces deux branches, examinées avec le verre rouge ou à la lumière blanche entre 15° et 165° C. n'ont pas paru éprouver le moindre déplacement.

— ÉMERAUDE BÉRYL. Une lame très-épaisse, verdâtre, de Sibérie, à plages d'apparence biaxe, a été disposée sur le microscope horizontal à l'air libre, ses dimensions ne permettant pas de l'introduire dans l'étuve. Une des plages offrait à 10° C. une croix disloquée dont les branches étaient écartées d'environ 10° 14′ pour les rayons rouges et 10° 29′ pour les rayons bleus. La lame a été fortement chauffée à l'aide d'un chalumeau, sans que les branches de la croix aient paru éprouver le plus petit déplacement.

— ERYTHRITE (érythroglucine, phycite). Cristaux offrant ordinairement la combinaison d'un prisme carré, de l'octaèdre a^1 placé sur ses angles et d'un hémidioctaèdre a_3, qui présente l'hémiédrie à faces parallèles. Double réfraction énergique, sans trace de polarisation rotatoire. Un prisme réfringent, formé par une face verticale naturelle simplement repolie, et par une face artificielle coupant la première sous un angle de 59° 42′, m'a donné pour les indices ordinaire et extraordinaire à 20° C.

	Rayons rouges.	Rayons jaunes.	Rayons bleus.
$\omega =$	1.5419	1.5444	1.5495
$\varepsilon =$	1.5184	1.5210	1.5266

+ FLUORHYDRATE DE FLORURE AMMONIQUE. Ce sel, décrit en 1859 par M. Marignac comme cristallisant en prisme rhomboïdal droit de 91° 30′, paraît appartenir au système quadratique. Ses cristaux, quoique très-fragiles, permettent de voir, à travers des lames normales à l'axe vertical, des anneaux très-nets traversés

par une croix noire qui ne se disloque pas lorsqu'on fait tourner la lame dans son plan. Il serait donc géométriquement et optiquement isomorphe du fluorhydrate de fluorure potassique de M. Frémy, cité dans mon premier Mémoire.

— GYROLITE. Des lames, prises sur des échantillons de l'île de Skye et de Niakornak en Groënland, possèdent une double réfraction assez énergique à un axe *négatif,* et montrent au microscope polarisant des anneaux traversés par une croix noire plus ou moins disloquée. D'après sa composition, cette substance peut être regardée comme une variété d'apophyllite aluminifère.

— HÉDYPHANE. Dans mon deuxième Mémoire, j'ai désigné sous ce nom, pour les distinguer du mimetèse ordinaire, des cristaux blancs de Horhausen, dont j'avais mesuré les indices de réfraction, et qui paraissent être de l'arséniate de plomb à peu près pur. Le véritable *hédyphane,* en masses clivables, blanchâtres, à éclat adamantin dans la cassure, qui accompagne la rhodonite et la Schefférite de Långbanshytta en Suède, contient une notable proportion d'arséniate et de phosphate de chaux. Ses caractères optiques sont d'ailleurs les mêmes que ceux des cristaux de mimetèse, et à travers des lames minces parallèles au clivage basique on observe, malgré leur faible transparence, une croix noire peu ou point disloquée et une double réfraction *négative* peu énergique.

— IDOCRASE. Une plaque d'un vert jaune, offrant des plages à croix nette et d'autres à croix disloquée, tantôt dans une direction, tantôt dans la direction perpendiculaire, avec des branches bordées intérieurement par une teinte verdâtre, extérieurement par une teinte roussâtre [1], a été placée dans l'étuve du microscope. Une élévation de température, portée de 12° à 160°.8 C. n'a amené aucun changement appréciable avec le verre rouge ou avec

[1] Ces couleurs sont d'autant plus prononcées que la plaque est plus épaisse.

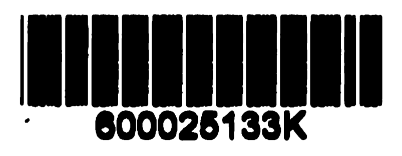
la lumière blanche dans la position des branches de la croix qui occupaient trois divisions du micromètre pour la plage en observation.

— Junkérite. M. Breithaupt a déjà annoncé que la Junkérite de Dufrénoy ne devait être que du fer carbonaté cristallisé en rhomboèdres très-aigus profondément basés. En polissant sur ses deux bases un petit cristal provenant d'un échantillon donné autrefois à l'École des Mines par Dufrénoy, j'y ai en effet observé des anneaux très-serrés, traversés par une croix noire à larges et longs épanouissements, qui annoncent une substance *uniaxe* à double réfraction énergique.

+ et — Kämmerérite. Les cristaux violets de Texas en Pensylvanie et de Bissersk dans l'Oural fournissent, comme la pennine, des lames uniaxes à double réfraction faible, tantôt *positive*, tantôt *négative;* quelquefois une même lame offre des plages *positives* à fond noirâtre et des plages *négatives* à fond bleu. La croix noire, parfois assez nette, est souvent plus ou moins disloquée; mais la position de ses branches n'éprouve aucun changement lorsqu'on élève la température de 12° à 180°.8 C., comme je l'ai constaté dans des plages où elles étaient séparées par deux divisions du micromètre.

+ Leuchtenbergite. Les lames les plus transparentes montrent des plages à croix très-nette et des plages à croix disloquée. Une de ces dernières, où les branches de la croix parfaitement définies étaient séparées par deux divisions du micromètre, a été choisie sur une lame placée dans l'étuve; on a chauffé depuis 17° jusqu'à 170°.8 C. et on n'a pu apercevoir le plus petit déplacement en observant, soit avec le verre rouge, soit à la lumière blanche.

— Löwéite; $2\,(\dot{N}a\,\ddot{S} + \dot{M}g\,\ddot{S}) + 5\,\dot{H}$, d'Ischl en Autriche.



dominant, paraissent composées de deux secteurs triangulaires assemblés suivant un des plans diagonaux de cet octaèdre et offrant chacun une croix disloquée dans deux directions perpendiculaires entre elles ; ces plaques présentent donc le même phénomène qu'une macle formée par deux moitiés d'un octaèdre rectangulaire droit ou oblique, dont l'un serait resté fixe tandis que l'autre aurait tourné de 180° autour d'un axe normal au plan d'assemblage. Mais ce qui prouve que dans la mellite la dislocation de la croix est purement accidentelle, c'est qu'elle a lieu tantôt dans un plan sensiblement parallèle aux arêtes de la base carrée, tantôt dans des plans très-voisins des deux plans diagonaux du prisme primitif. Or ces trois orientations différentes des branches de la croix disloquée, qui se rencontrent quelquefois dans les diverses plages d'une *même lame,* seraient absolument incompatibles entre elles et ne pourraient pas se présenter simultanément si elles se rapportaient au plan des axes optiques d'une substance réellement biaxe.

Un fragment d'une large plaque carrée d'Artern, ayant 3 millimètres d'épaisseur et qui, même dans la lumière naturelle, montre suivant une de ses diagonales une sorte de plan de séparation qui lui donne l'apparence de macle décrite ci-dessus, m'a fourni en une plage où la croix était remplacée par deux hyperboles assez nettes,

$$2E = \left\{ \begin{array}{ll} 8^\circ\, 22' & \text{rayons rouges} \\ 9^\circ\, 7' & \text{rayons bleus} \end{array} \right\} \text{à } 17^\circ \text{ C.}$$

J'ai trouvé, pour l'écartement des hyperboles correspondant aux rayons rouges, à 21°.5, à 31°.5, à 47°, à 71°.5 et à 95°.5 C. des nombres qui ne différaient de 8° 22′ que de 6 à 8 minutes en plus ou en moins. La chaleur ne produit donc pas de modification appréciable dans la dislocation de la croix.

— et + Pennine. J'ai déjà indiqué, dans mon Manuel de Minéralogie, que la pennine présentait au microscope polarisant des

lames *positives* à fond vert, des lames *négatives* à fond bleu, et des lames *neutres* ou sans double réfraction appréciable résultant sans doute de la combinaison des deux premières variétés. Désirant m'assurer si la pennine pouvait se distinguer optiquement des variétés de clinochlore à axes optiques très-rapprochés, mais dont l'écartement varie avec la température, j'ai placé dans l'étuve une lame de pennine *négative* à fond bleu, offrant une croix disloquée dont les branches étaient séparées par trois divisions du micromètre. Ces branches, observées pendant que la température s'élevait de 12° à 170°.8 C. ne m'ont pas paru éprouver le plus léger déplacement.

+ Phosgénite. M. Quint. Sella a obtenu sur des cristaux de Monte Poni, en Sardaigne,

$\omega = 2.114 \quad \varepsilon = 2.140$ rayons orangés.

+ Prussiate jaune de potasse. Différents essais ont été tentés en faisant cristalliser ce sel dans un excès de potasse, dans de l'acide borique, etc. pour voir si l'on obtiendrait des lames plus homogènes que celles que l'on possède ordinairement, et dont les anomalies optiques ont déjà été signalées par MM. Brewster, Plücker, de Kobell et Grailich. Les résultats ont toujours été les mêmes, et les tables carrées, produites dans des circonstances variées, offrent des plages uniaxes à anneaux bien circulaires traversés par une croix à branches réunies, à côté de plages d'apparence biaxe avec séparation plus ou moins grande des branches de la croix dans deux plans rectangulaires entre eux et parallèles aux deux diagonales de la base. Les phénomènes de dislocation paraissent quelquefois si réguliers, qu'ils se rapprochent bien plus de ceux qu'on voit dans la cymophane et l'orthose que de ceux qui se manifestent dans la plupart des cristaux de béryl, et l'on est tenté de regarder la forme primitive comme un prisme rhomboïdal droit très-voisin de 90°, ainsi que je l'ai déjà annoncé dans mon premier Mémoire inséré au tome XI, cinquième série des

Annales des Mines. Cependant, les branches des croix les plus disloquées étant tout à fait noires et annonçant ainsi une absence complète de dispersion dans les deux axes optiques auxquels on pourrait supposer qu'elles correspondent, leur position restant de plus absolument fixe entre 15° et 75° C. il est très-probable que la substance appartient réellement au système quadratique et qu'elle est uniaxe; seulement elle présente l'exemple le plus remarquable que l'on connaisse jusqu'ici d'une structure intérieure très-complexe, avec des irrégularités soumises à une certaine symétrie.

Roméine. Les cristaux, regardés comme des octaèdres à base carrée, sont toujours si petits qu'il m'a été impossible jusqu'à présent d'en tailler un seul dans une direction convenable pour voir nettement la croix et les anneaux qu'ils devraient manifester, et pour déterminer le sens de leur double réfraction. Tout ce qu'on peut dire, c'est que la substance, en poudre grossière, agit fortement sur la lumière polarisée parallèle, et que dans la lumière convergente elle manifeste çà et là des portions d'anneaux plus ou moins développés.

+ Schéelite. On a chauffé dans l'étuve, depuis 12° jusqu'à 170°.8 C. une lame prise dans un gros cristal de Traverselle et offrant une plage à croix disloquée avec branches séparées par $1\frac{1}{2}$ divis. du micromètre; on n'a observé aucun déplacement en opérant, soit avec le verre rouge, soit avec la lumière blanche.

— Sulfate de nickel à six équivalents d'eau; $\dot{Ni}\,\ddot{S} + 6\,\dot{H}$. Ce sel, qu'on obtient en tables octaédriques à base carrée, en faisant cristalliser sa dissolution entre 30 et 40° C. est aussi celui qui résulte de la déshydratation du sulfate rhombique à sept équivalents d'eau signalée par Mitscherlich et par M. Marignac. Lorsque la déshydratation a lieu brusquement, sous l'influence

directe des rayons solaires, les cristaux octaédriques sont opaques et bleuâtres; mais lorsqu'elle se produit très-lentement, à la lumière diffuse, les cristaux restent en grande partie transparents et l'on peut alors constater, comme je l'ai fait sur deux plaques noyées depuis huit ans dans de la térébenthine, entre deux lames de verre, que l'axe optique des octaèdres carrés coïncide presque exactement avec la bissectrice *aiguë* des cristaux rhombiques. Or on sait que cette bissectrice est normale au plan de clivage facile qui passe par les petites diagonales des bases du prisme de 91° 10′; les plaques examinées en 1857 avaient en conséquence été artificiellement amincies parallèlement à ce plan, dans la direction duquel se sont orientées les bases des cristaux octaédriques. Il est peu probable que cette coïncidence soit purement fortuite, et on doit sans doute l'attribuer à la pression que les lames de verre ont exercée sur les cristaux biaxes pendant leur transformation. Dans les cristaux restés libres, l'alignement des octaèdres paraît se faire assez irrégulièrement par rapport à la gangue formée de cristaux rhombiques.

— Sulfite neutre de magnésie; $\dot{M}g\ \ddot{S} + 6\ \dot{H}$ (Werther). Rhomboèdre obtus d'environ 97° 19′ (97° 8′ Rammelsberg). Cristaux hémimorphes offrant d'un côté le rhomboèdre primitif *p*, et du côté opposé son équiaxe b^1 tronqué par une base triangulaire a^1. De jolis échantillons, préparés par M. H. Sainte-Claire Deville, se présentent presque tous sous la forme de macles étoilées à six branches; ces macles se composent de deux individus accolés par leur base et opposés l'un à l'autre, dont les sections principales font entre elles des angles de 60°.



+ Sulfure de sodium hydraté (sulfhydrate de soude). Prismes carrés à faces striées horizontalement, surmontés d'un octaèdre

dont les faces font entre elles un angle d'environ 111° 35′ et avec les faces du prisme un angle de 142° 40′. Double réfraction assez énergique. Ce sel est plus ou moins déliquescent suivant la manière dont il a été préparé; il forme la base principale des bains artificiels de Baréges, dits du docteur Quesneville.

— Tachydrite de Stassfurt; (Ca Cl + 2 Mg Cl) + 12 Aq (Rammelsberg). Rhomboèdre aigu voisin de 90°, avec clivage facile suivant ses faces. Double réfraction énergique. Dislocation fréquente de la croix noire et des anneaux colorés provenant, comme dans le spath d'Islande, de lames hémitropes, qui produisent quelquefois des plans de séparation nets. Ce sel, d'un jaune rougeâtre, est très-déliquescent, et par suite fort difficile à tailler convenablement pour les observations optiques.

— Tourmaline. Une plaque verte à centre clair, offrant une plage d'apparence biaxe, où les branches de la croix disloquée occupaient deux divisions du micromètre, a été chauffée dans l'étuve de 12° à 185°.8 C.; on n'a pu voir le moindre déplacement de la croix en opérant, soit avec le verre rouge, soit avec la lumière blanche.

J'avais parlé, dans mon second Mémoire, d'une plaque de tourmaline appartenant à M. de Senarmont, qui paraissait manifester l'absorption des rayons polarisés dans un sens inverse au sens habituel. Au commencement de 1862, voulant m'assurer de la réalité de ce fait anomal, avant de le citer dans mon Manuel de Minéralogie, j'ai réussi à enlever, sur un des côtés de la plaque, un petit éclat, dans lequel le microscope polarisant a montré un beau système d'anneaux traversés par la barre caractéristique des substances biaxes, et a ainsi fait reconnaître une épidote d'un brun verdâtre, fortement dichroïte.

+ Wurtzite (blende hexagonale). Ce minéral, découvert par M. Friedel en masses cristallines et en petites pyramides hexago-

nales (*Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, séance du 13 mai 1861), dans un antimonio-sulfure de plomb argentifère d'Oruro en Bolivie, a été reproduit artificiellement, d'abord par MM. H. Sainte-Claire Deville et Troost, et plus tard par M. Sidot (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, séance du 30 avril 1866). Les cristaux obtenus par M. Sidot sont transparents, d'un jaune pâle ou d'un jaune brunâtre; ils se présentent généralement en prismes hexagonaux réguliers, facilement clivables suivant leurs faces, et surmontés par deux pyramides hexagonales basées, dans lesquelles M. Friedel a reconnu deux des formes de la Greenockite (sulfure de cadmium); ils sont donc géométriquement et optiquement isomorphes de ce dernier corps; comme lui ils possèdent une très-forte réfringence avec une biréfringence assez faible.

+ Zircon. Dans une plaque de zircon verdâtre, j'ai choisi une plage d'apparence biaxe où les branches de la croix disloquée occupaient, à 14° C. trois divisions du micromètre et faisaient entre elles, pour les rayons rouges comme pour les rayons bleus, un angle de 10°. J'ai chauffé la plaque jusqu'à 185°.8 C. sans observer le moindre déplacement dans les branches de la croix; à cette température élevée leur écartement a encore été trouvé de 10°.

D'après les observations qui viennent d'être rapportées, on voit que parmi les cristaux uniaxes sur le système cristallin desquels il ne peut exister aucun doute (anatase, apophyllite, béryl, corindon, idocrase, Leuchtenbergite, mellite, pennine, Schéelite, tourmaline, zircon), un certain nombre présentent, dans les anneaux colorés et dans la croix noire qui les traverse, des dislocations plus ou moins régulières, dont l'aspect les rapproche de cristaux à deux axes optiques très-voisins. On voit aussi que le caractère général des espèces d'hyperboles qui résultent de la dislocation de la croix noire, à 45° du plan de polarisation, est de n'offrir aucune dispersion pour les températures variées aux-

quelles les cristaux sont soumis ou pour les divers rayons du spectre; je n'ai en effet observé jusqu'ici des couleurs appréciables bordant les branches de la croix disloquée que dans l'idocrase en plaques épaisses d'un vert jaunâtre, où ces bordures ont des nuances assez vives, et dans la mellite, où les nuances sont très-pâles. Par conséquent, lorsqu'un cristal de forme douteuse présente des plages à axes réunis et des plages à axes plus ou moins séparés mais sans dispersion d'aucun genre, si l'anneau central, au lieu d'une courbe continue, laisse voir deux arcs qui ne sont pas exactement opposés l'un à l'autre, comme je l'ai indiqué dans mon récent Mémoire *sur l'emploi du microscope polarisant*, on a, non pas la certitude absolue, mais au moins une très-forte présomption que le cristal est réellement à un seul axe optique.

On comprend d'ailleurs qu'un changement notable de température n'apporte aucune modification appréciable aux phénomènes irréguliers des cristaux uniaxes, lorsque ces phénomènes sont dus à la juxtaposition de couches de densités différentes (apophyllite, béryl, tourmaline, etc.), mais il est assez remarquable qu'il en soit de même lorsqu'il existe à l'intérieur des cristaux soit des lames hémitropes obliques à l'axe (spath d'Islande), soit surtout un défaut plus ou moins marqué de parallélisme entre les axes des nombreuses aiguilles dont se compose tout cristal un peu volumineux (corindon, idocrase, mellite, pennine, quartz, Schéelite, zircon). Ce phénomène peut même au premier abord paraître paradoxal, puisque, comme l'a fait voir M. Fizeau[1], les indices *ordinaire* et *extraordinaire* du quartz et du spath d'Islande éprouvent des variations inégales pour un même changement de température; mais il s'explique aisément, au moins dans le cas où l'on opère avec de la lumière blanche, par le fait que les anneaux les plus rapprochés du centre ne sont pas d'un ordre très-élevé, et que la croix disloquée est produite par des rayons très-voisins de l'axe optique.

[1] *Annales de chimie et de physique*, t. II, 4ᵉ série, année 1864, et t. LXVI, 3ᵉ série, année 1862.

3° Cristaux biréfringents à deux axes optiques, appartenant au système rhombique.

Si l'on rapporte les cristaux de ce système à un prisme rhomboïdal droit, et si l'on prend pour axes cristallographiques trois droites respectivement parallèles aux deux diagonales de la base rhombe et aux arêtes verticales de la forme primitive, deux de ces droites coïncideront toujours, pour toutes les couleurs du spectre, avec les deux bissectrices *aiguë* et *obtuse* des axes optiques, et la troisième sera normale au plan qui les contient. Les bissectrices ne pourront donc éprouver aucune dispersion, tandis que presque toujours les axes optiques en éprouveront une plus ou moins marquée, due à l'inégale réfrangibilité des diverses couleurs du spectre et variable avec chaque substance; aussi l'écartement des axes optiques correspondant à ces diverses couleurs offre-t-il des différences qui s'élèvent de quelques minutes à plusieurs degrés. Quant à l'angle réel ou intérieur des axes, on sait qu'il est lié à la valeur des trois indices principaux α, β, γ [1] par la formule

tang. $\lambda = \frac{\gamma}{\alpha}\sqrt{\frac{\alpha^2-\beta^2}{\beta^2-\gamma^2}}$ dans laquelle λ désigne le demi-angle réel $<$ ou $>$ 45°, suivant que la bissectrice de l'angle *aigu* est *négative* ou *positive*. On sait aussi que l'angle apparent, dans l'air

[1] Dans les prismes rhomboïdaux droits, la détermination de ces indices exige en général trois prismes ayant chacun leur arête réfringente parallèle à l'un des trois axes cristallographiques de la forme primitive, tels qu'ils sont définis ci-dessus. Les deux prismes dont l'arête coïncide avec une des bissectrices fournissent les indices *maximum* et *minimum* α et γ; celui dont l'arête est normale aux plans des axes optiques donne l'indice *moyen* β; leur valeur se déduit de la mesure de la déviation *minimum* du spectre que laisse passer un prisme de Nicol dont la section principale est parallèle à l'arête réfringente, ou une tourmaline ayant son axe cristallographique principal parallèle à la même arête.

Dans les cristaux appartenant aux systèmes *clinorhombique* et *triclinique*, l'orientation de l'arête de chacun des trois prismes réfringents n'est autre que celle des deux bissectrices et de la droite normale au plan qui contient à la fois ces bissectrices et les deux axes optiques.

ou dans un milieu quelconque, se déduit de l'angle réel à l'aide de l'indice de réfraction du milieu et de l'indice moyen β de la substance biréfringente. Or la température amenant en général un changement plus ou moins considérable dans l'écartement des axes optiques, il est assez naturel de penser que, pour tous les cristaux où ce changement a lieu, les nombres α, β, γ, éprouvent dans leur grandeur relative des modifications inégales; seulement l'expérience directe ne nous a encore appris que peu de chose à cet égard. En effet, tout ce que l'on sait jusqu'à ce jour, c'est que dans le quartz et dans le spath d'Islande, d'après d'anciennes recherches de Rudberg[1] et d'après celles de M. Fizeau citées plus haut, l'indice *ordinaire* et l'indice *extraordinaire* ne sont pas affectés également par un même changement de température; que dans l'aragonite, d'après Rudberg, les trois indices *principaux* diminuent d'une petite quantité pour une élévation de température de 64° C. et que dans le tartrate double de soude et de potasse, suivant M. Müttrich, la valeur de l'indice *maximum* diminue plus rapidement que celle des deux autres entre 15° et 45° C.

Les observations de Mitscherlich, de M. Brewster et les miennes, avaient déjà fait connaître un certain nombre de minéraux, tels que le gypse, la Glaubérite, la Brookite, la cymophane, le feldspath orthose, la Heulandite, etc. où l'angle des axes optiques variait avec la température, d'une manière *temporaire* ou *permanente;* mais les résultats étant impossibles à prévoir *a priori*, j'ai cherché à faire porter mes investigations sur le plus grand nombre de cristaux possible.

+ Acide citrique. La moyenne d'observations faites par M. Schrauf (*Sitzungsberichte*, etc. de l'Académie des sciences de Vienne, tome XLI, année 1860) sur cinq prismes formés de

[1] *Ueber die Veränderung, welche die doppelte Strahlenbrechung durch Temperaturerhöhung erleidet;* (*Poggendorff's Annalen*, t. XXVI, p. 296, année 1832.)

faces naturelles, à 15°, 17°.5, 12°.5 et 16°.25 C. a donné pour les raies B, D, E, du spectre :

$$\alpha_B = 1.5054 \quad \beta_B = 1.4943 \quad \gamma_B = 1.4896$$

d'où $2V_B = 66°\ 31'$ $2E_B = 110°\ 3'$

$$\alpha_D = 1.5089 \quad \beta_D = 1.4977 \quad \gamma_D = 1.4932$$

d'où $2V_D = 65°\ 9'$ $2E_D = 107°\ 28'$

$$\alpha_E = 1.5122 \quad \beta_E = 1.5011 \quad \gamma_E = 1.4967$$

d'où $2V_E = 64°\ 47'$ $2E_E = 107°\ 4'$

Par suite d'enchevêtrements intérieurs, l'écartement des axes est variable suivant les plages; ainsi une plaque très-mince, un peu oblique à la bissectrice, s'étant clivée parallèlement à la base en deux fragments d'inégale étendue, m'a donné à 16° C.

$2E = \begin{cases} 120°\ 43' \text{ rayons rouges} \\ 120°\ 39' \text{ rayons bleus} \end{cases}$ grand fragment.

$2E = \begin{cases} 116°\ 32' \text{ rayons rouges} \\ 116°\ 2' \text{ rayons bleus} \end{cases}$ petit fragment.

Le grand fragment a été chauffé dans l'étuve du microscope jusqu'à 86° C. sans que les axes aient paru se déplacer; mais il n'a pas été possible de prendre une mesure exacte de l'écartement à cette température, parce que la substance avait déjà subi un commencement de fusion.

+ Acide molybdique. Belles lames rectangulaires obtenues par M. Debray, d'un blanc légèrement verdâtre, facilement clivables suivant le plan des lames et plus difficilement suivant deux directions perpendiculaires entre elles et au clivage facile. Éclat fortement nacré sur les faces du clivage facile, soyeux sur les deux autres clivages. Plan des axes optiques perpendiculaire au plan des lames et parallèle au clivage difficile suivant lequel ces lames sont généralement allongées. Bissectrice *obtuse* néga-

une normale au clivage facile. Double réfraction énergique. Dans l'huile, dispersion énorme des axes autour de la bissectrice *obtuse* et $\rho < v$. L'écartement apparent dans l'huile a été trouvé, sur des lames très-minces parallèles au clivage facile, à 13° C.

$$2H_o = \begin{cases} 117^\circ\ 15' \text{ rayons rouges.} \\ 119^\circ\ 23' \text{ rayons jaunes.} \\ 127^\circ \text{ environ, rayons bleus.} \end{cases}$$

Les lames suffisamment épaisses offrent, dans le sens de leur plus grande longueur, quelques facettes qui permettent de rapporter leur forme cristalline à un prisme rhombique d'environ 118° 10'. Le symbole du clivage facile est alors h^1, troncature parallèle au plan qui passe par les grandes diagonales des bases du prisme primitif, et les arêtes aiguës de ce prisme sont remplacées par le biseau $g^{4/3}$. Les incidences approximatives sont,

Incidences calculées.	Incidences observées.
* $h^1 m = 149^\circ\ 5'$	$149^\circ\ 5'$ moyenne.
$h^1 g^{4/3} = 103^\circ\ 25'$	$103^\circ\ 48'$ moyenne.
$h^1 g^1 = 90^\circ$	89° à 91°

+ ADAMINE; Zn O, $As^2 O^5$ + Aq (Friedel et Des Cloizeaux.)
Prisme rhomboïdal droit de 91° 33' géométriquement isomorphe de l'olivénite et de la libéthénite. Les principales incidences calculées, comparées aux incidences observées, et les dimensions de la forme primitive sont :

Angles calculés.	Angles observés (Des Cl.)
$m\ m = 91^\circ\ 33'$	91° 52' moyenne
$m\ h^3 = 161^\circ\ 43'\ 30''$	161° 38' à 162° 30'
$m\ g^3 = 161^\circ\ 25'$	161° 12' à 161° 43'
$m\ g^1 = 134^\circ\ 13'\ 30''$	134° 34' à 134° 42'
* $h^3\ h^3 = 128^\circ\ 6'$ avant	128° 6'
$g^3\ g^3 = 125^\circ\ 38'$ sur g^1	125° 14' à 125° 48'
$g^3\ h^3 = 143^\circ\ 8'$	143° à 143° 28'

* $a^1\ a^1 = 107°\ 20'$ sur p	$107°\ 20'$
$a^1\ a^1 = 72°\ 40'$ sur h^1	$72°\ 15'$ moyenne.
$h^3\ a^1$ adjacent $= 122°\ 11'$.......	$122°\ 4'$ à $122°\ 37'$
$g^3\ a^1$ adjacent $= 105°\ 42'$.......	$105°\ 6'$ à $105°\ 55'$
$h^3\ b^{1/2}$ adjacent $= 132°\ 51'$.......	"
$h^3\ b^{1/2} = 104°\ 3'$ sur g^1.........	$104°\ 4'$ (Friedel).

$b : h :: 1000 : 512,973 \quad D = 716,606 \quad d = 697,478$

Les cristaux sur lesquels mes déterminations ont été faites offrent ordinairement la combinaison des formes $m\ h^3\ g^3\ g^1\ a^1$, avec des faces brillantes, mais plus ou moins ondulées; l'octaèdre $b^{1/2}$ a été trouvé sur les petites masses clivables analysées par M. Friedel. Clivage très-net suivant les faces du biseau a^1, toujours prédominantes. Éclat vitreux à la surface, légèrement gras dans la cassure. La couleur des cristaux est un violet plus ou moins pâle, inégalement réparti dans une enveloppe extérieure transparente qui entoure un noyau jaunâtre; celle des petites masses clivables est le jaune pâle; ces masses sont quelquefois pénétrées par des grains d'un violet foncé.

Plan des axes optiques parallèle à la base. Bissectrice *aiguë* normale à g^1. Axes très-écartés offrant dans l'huile une dispersion très-forte, avec $\rho < v$. J'ai trouvé pour l'écartement apparent dans l'huile, sur une lame jaunâtre normale à la bissectrice *aiguë*, à 13° C.

$$2H_a = \begin{cases} 108°\ 34' \text{ rayons rouges.} \\ 111°\ 39' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

Une lame extraite d'un cristal rose violacé, perpendiculairement à la bissectrice *obtuse*, a donné,

$$2H_o = \begin{cases} 115°\ 50' \text{ rayons rouges.} \\ 113°\ 52' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

L'Adamine et l'olivénite ne diffèrent optiquement qu'en ce que

leurs bissectrices *aiguës* sont rectangulaires l'une sur l'autre. Ce nouveau minéral, encore fort rare, a été découvert par M. Friedel en petites masses jaunâtres, clivables suivant a^1, dans des gangues argentifères de Chañarcillo, et par moi en cristaux d'environ 2 millimètres de longueur, tapissant un petit filon au milieu d'une gangue ferrugineuse qui contient de beaux cristaux verts d'embolite (chlorobromure d'argent), dans la collection de M. Adam. Il est surtout intéressant, parce qu'il fournit un des exemples peu nombreux jusqu'ici de l'isomorphisme de l'oxyde de zinc et de l'oxyde de cuivre. Comme on pouvait le prévoir d'après sa forme cristalline, la formule qui représente la composition de l'Adamine est celle de l'olivénite. Cette composition est établie par une analyse de M. Friedel qui a obtenu les nombres suivants, très-voisins de ceux qu'exige la formule[1].

	Trouvé.	Calculé.
Acide arsenique	39,95	40,09
Oxyde zincique	54,32	56,78
Oxyde ferreux	1,48	//
Eau	4,55	3,13
	100,30	100,00

Nous nous sommes d'ailleurs assurés, par divers essais, que l'identité existait pour les caractères chimiques comme elle existe pour les caractères physiques, entre les petits cristaux transparents violacés et les masses clivables jaunâtres soumises à l'analyse.

ALSTONITE. Dans mon premier Mémoire, j'ai annoncé par erreur que les macles étaient composées d'après la même loi que celles de la Withérite (baryte carbonatée); mais en réalité elles sont beaucoup plus complexes. En effet si, comme l'a fait

[1] *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, séance du 19 mars 1866.

voir H. de Senarmont[1], on examine dans la lumière polarisée une



lame coupée perpendiculairement au grand axe des cristaux bipyramidés d'alstonite, on est conduit à admettre que chacune des pyramides, en apparence hexagonales, dont la réunion base à base constitue ces cristaux se compose de 12 secteurs triangulaires, ayant pour forme primitive un prisme rhomboïdal droit excessivement voisin de 120° et comprenant deux faces de l'octaèdre $b^{1/4}$ et une face du prisme g^2. Chaque secteur présente l'une de ses faces octaédriques, sillonnée de nombreuses stries horizontales, sur le contour extérieur des pyramides et l'autre à l'intérieur, suivant un de leurs plans diagonaux. Le contact entre deux secteurs voisins a lieu, d'un côté par ces plans diagonaux et de l'autre côté par des surfaces ondulées dont la position correspond à peu près à g^2. Les axes optiques s'ouvrent dans le plan qui passe par les grandes diagonales des bases du prisme de 120°. Leur dispersion, très-faible par elle-même, ne peut guère être constatée d'une manière certaine, les plaques normales à la bissectrice devant être excessivement amincies pour devenir suffisamment transparentes, à cause des lames hémitropes qui les traversent. Quant à leur écartement, sa mesure ne fournit pas des résultats bien précis, par suite des perturbations que les macles apportent dans la manifestation des anneaux colorés de chaque secteur considéré isolément; toutefois il m'a paru augmenter légèrement sous l'influence de la chaleur, car j'ai trouvé, sur une assez bonne lame,

$$2E = \left\{ \begin{array}{l} 9^\circ\ 50' \text{ à } 17^\circ \text{ C.} \\ 11^\circ\ 10' \text{ à } 141^\circ.5 \end{array} \right\} \text{rayons rouges.}$$

— ANDALOUSITE. D'après le léger déplacement que les anneaux, vus avec le verre rouge dans une lame normale à la bissectrice *aiguë*, éprouvent sous l'action de la chaleur, les axes correspon-

[1] *Annales de chimie et de physique*, tom. XLI, p. 65, année 1854.

dant aux rayons rouges se rapprocheraient d'environ 2° 36′ entre 21°.5 et 190°.8 C.

+ ANGLESITE. Depuis la publication de mon premier Mémoire, j'ai pu déterminer les principales constantes optiques, en opérant sur des cristaux de Monte Poni en Sardaigne. Le plan des axes optiques coïncide, comme on le sait, avec le plan des petites diagonales des bases du prisme de 103° 38′; la bissectrice *aiguë* est normale au plan h^1 qui passe par leurs grandes diagonales. Les axes optiques sont très-écartés; dans une même plaque leur écartement varie un peu suivant les plages. Leur dispersion est assez notable et $\rho < v$. J'ai trouvé pour l'écartement apparent dans l'huile en opérant à 12° C. sur une bonne plaque de Monte Poni, normale à la bissectrice *aiguë*,

2H = 89° 44′
d'où 2V = 66° 45′ avec β = 1.880 rayons rouges.
2H = 89° 52′
d'où 2V = 66° 47′ avec β = 1.884 rayons jaunes.
2H = 90° 59′ rayons bleus [1].

La valeur adoptée pour β est la moyenne de mesures obtenues sur trois cristaux aplatis suivant la base et offrant respectivement des prismes réfringents de 45° 18′, 44° 42′ et 45° 22′ formés par deux faces naturelles a^1 bien réfléchissantes et suffisamment unies; les deux spectres, presque complétement superposés, étaient très-étalés, et par suite il était difficile d'observer toujours la déviation *minimum* exactement dans la même partie du spectre qui traversait le *Nicol* ayant sa section principale verticale.

[1] Pour toutes les observations consignées dans ce Mémoire, l'huile employée a été la même, et on a admis qu'à la température ordinaire, entre 15° et 25° C. son indice était,

$$n = \begin{cases} 1.466 \text{ rouge.} \\ 1.468 \text{ jaune.} \\ 1.4705 \text{ vert.} \\ 1.478 \text{ bleu.} \end{cases}$$

Si l'on soumet au microscope polarisant des plaques parallèles à la base et normales à la bissectrice *obtuse*, l'angle des axes est si grand autour de cette bissectrice, qu'il est impossible d'apercevoir même dans l'huile le centre des anneaux qui leur correspondent.

Une plaque normale à la bissectrice *aiguë*, chauffée dans l'air jusque vers 75° C. montre que l'angle des axes optiques devient encore un peu plus ouvert lorsque la température augmente.

+ Anthophyllite. De nouvelles observations, sur l'écartement des axes optiques dans des anthophyllites rhombiques de plusieurs localités, m'ont donné, pour l'angle apparent dans l'huile autour de la bissectrice *obtuse* négative, des nombres variables avec les échantillons et avec les diverses plages d'un même échantillon. En opérant entre 15° et 20° C. j'ai trouvé :

$2H_o = 117° 26'$
d'où $2V_o = 99° 58'$ avec $\beta = 1.636$ rayons rouges
$2H_o = 116° 26'$ rayons jaunes,

dans la variété bacillaire ordinaire de Kongsberg, dont la description et l'analyse ont été données dans mon Manuel de Minéralogie.

1re plaq.
$2H_o = 110° 49'$
d'où $2V_o = 95° 8'$ avec $\beta = 1.635$ rayons rouges
$2H_o = 109° 5'$
d'où $2V_o = 94° 14'$ avec $\beta = 1.643$ rayons bleus

2e plaq.
$2H_o = 112° 13' 30''$
d'où $2V_o = 96° 12'$ avec $\beta = 1.635$ rayons rouges
$2H_o = 112° 4'$
d'où $2V_o = 96° 6'$ avec $\beta = 1.637$ rayons jaunes
$2H_o = 111° 5' 30''$
d'où $2V_o = 95° 46'$ avec $\beta = 1.643$ rayons bleus

dans une belle variété à larges lames, de Kongsberg en Norwége.

$2H_o = 117° 18'$ rayons rouges, dispersion faible, $\rho > v$,

dans une variété verte, se clivant facilement suivant les faces d'un prisme de 124° 30' et moins facilement suivant le plan des grandes diagonales des bases, difficilement fusible en émail noir magnétique, donnée au Muséum d'histoire naturelle comme hypersthène ou diallage métalloïde de Wilmington, État de Delaware.

$2H_o = 126° 4'$ rayons rouges, dispersion notable, $\rho > v$,

dans une variété brune, souillée d'oxyde de fer, très-fragile, offrant seulement le clivage prismatique, assez facilement fusible en verre noir magnétique, formant une sorte de roche avec grenat rouge, quartz et disthène, des États-Unis (ancienne collection Cordier). Sa composition en fait une *gédrite* ou anthophyllite alumineuse, comme le montre l'analyse suivante de M. Lechartier.

		Oxyg.		Rapp.
Silice..................	46,74		24,94	5
Ox. ferreux et manganeux..	28,09	6,24		
Magnésie...............	8,76	3,46	9,92	2
Chaux..................	0,77	0,22		
Alumine................	13,70	6,38		
Perte au feu.............	1,90			
	99,96			

Densité = 3,225

Les courbes isochromatiques, examinées avec le verre rouge dans une petite lame de Kongsberg chauffée jusqu'à 146°.5 C. ne paraissent éprouver aucun déplacement appréciable.

M. Breithaupt m'a remis, en 1863, quelques fragments d'un minéral du Groënland qu'il supposait nouveau et auquel il se proposait de donner le nom de *Thalackerit.* Ce minéral offre un clivage facile d'une couleur brune, à éclat vitreux, parallèle au

plan des grandes diagonales d'un prisme rhomboïdal droit de 124° 40′, un clivage plus difficile d'une couleur dorée, à reflet métalloïde, suivant le plan des petites diagonales, et un clivage assez facile suivant les faces verticales de ce prisme. Le plan des axes optiques est parallèle au clivage difficile à reflet métalloïde. La bissectrice *obtuse* négative est normale au clivage facile à reflet vitreux, avec une dispersion faible annonçant $\rho > v$; la bissectrice *aiguë* est donc parallèle aux arêtes verticales, et autour d'elle la dispersion serait $\rho < v$. L'angle apparent des axes dans l'huile, autour de la bissectrice *obtuse*, a été trouvé de 117° 35′ pour les rayons rouges, vers 16° C.

Tous ces caractères sont ceux des véritables anthophyllites, dont la variété du Groënland ne diffère que par l'éclat métalloïde de son clivage difficile et par sa densité que M. Breithaupt a trouvée un peu plus faible.

J'ai reçu récemment de M. Damour un échantillon d'anthophyllite brune du Labrador, qui se rapproche beaucoup de la variété précédente. Elle possède en effet deux clivages faciles suivant les faces verticales d'un prisme rhomboïdal de 124° 40′ à 125°, et un troisième clivage assez facile, parallèlement à la face g^1 qui serait tangente à l'arête aiguë de ce prisme. Ce troisième clivage montre des reflets d'un beau vert chatoyant, qui paraissent en partie polarisés quand on les examine avec un *Nicol*. La densité est de 3,187 à 10° C. d'après M. Damour. Les axes optiques sont compris dans un plan parallèle au clivage à reflets chatoyants. La bissectrice de leur angle réel *obtus* est négative et normale à l'arête verticale de 125°; la bissectrice de leur angle *aigu* est donc *positive* et parallèle à cette arête. Une lame mince bien perpendiculaire à la bissectrice *obtuse* laisse voir dans l'huile, au microscope polarisant, deux systèmes d'anneaux dont la forme et les couleurs sont parfaitement symétriques à droite et à gauche de la bissectrice; la dispersion des axes y est notable et $\rho > v$; cette lame m'a donné, à 15° C. pour l'angle apparent des axes correspondant aux rayons rouges, $2H_o = 123° 1′$ à $123° 18′$.

— ANTIGORITE. Une lame de clivage assez transparente, où la dispersion des axes optiques, quoique très-faible, semblait indiquer $\rho > v$, a fourni à 26°.5 C. avec la lumière blanche, $2E = 36° 26'$. A 195°.8 cet angle n'a paru diminué que d'environ 2°.

— ARAGONITE. L'angle apparent des axes optiques dans l'air n'éprouve qu'une diminution à peine appréciable lorsqu'on élève la température. Une plaque légèrement oblique au plan des axes m'a donné, pour les rayons rouges :

$$2E = \begin{cases} 30° 40' \text{ à } 6°.6 \text{ C.} \\ 30° 24' \text{ à } 95°.5 \\ 30° 13' \text{ à } 105°.5 \\ 30° 10' \text{ à } 121° \\ 30° 4' \text{ à } 146°.5 \\ 29° 58' \text{ à } 170°.8 \end{cases}$$ [1]

Rudberg avait déjà constaté[2] que les trois indices principaux, et par suite l'écartement des axes optiques, diminuaient d'une très-petite quantité pour une augmentation de température de

[1] La température correspondante à chaque mesure d'écartement est toujours la moyenne des indications fournies par les deux thermomètres placés dans l'étuve de mon microscope, à droite et à gauche de la lame en observation. Quoique les instruments que j'ai employés jusqu'ici aient été soigneusement comparés entre eux et avec un bon étalon, on ne peut pas répondre de l'exactitude de leurs indications à *un* degré près, car ils ne portent de divisions que de 5 en 5 degrés, et leur lecture doit en général être faite assez rapidement, afin de consacrer toute son attention à la marche des hyperboles. Cette marche étant d'ailleurs le phénomène important à constater, la détermination *rigoureuse* de la température à laquelle est soumise la lame biréfringente n'a d'utilité que pour un très-petit nombre de substances (le gypse, par exemple). Lorsque cela est nécessaire, on y arrive d'une manière suffisante avec quelques précautions, malgré les conditions spéciales, défavorables à une bonne répartition de la chaleur, que l'étuve de mon microscope doit remplir pour ne pas entraver l'observation des anneaux colorés et de leurs hyperboles sur les très-petites lames.

[2] *Ueber die Veränderung, welche die doppelte Strahlenbrechung durch Temperaturerhöhung erleidet.* (*Poggendorff's Annalen*, t. XXVI, p. 291, année 1832.)

64° C. En effet, en opérant de 12° à 20° C. d'une part, et de 76° à 84° C. d'autre part, il a trouvé pour la raie F du spectre :

$$\alpha = 1.69510 \quad \beta = 1.69058 \quad \gamma = 1.53478$$
$$\text{d'où } 2V = 17^\circ\, 57' \quad 2E = 30^\circ\, 36' \text{ à } 16^\circ \text{C. en moyenne,}$$

$$\alpha = 1.69421 \quad \beta = 1.68976 \quad \gamma = 1.53416$$
$$\text{d'où } 2V = 17^\circ\, 50' \quad 2E = 30^\circ\, 22' \text{ à } 80^\circ \text{C. en moyenne.}$$

D'après de récentes observations de M. Müttrich [1], la diminution serait un peu plus forte, car on aurait :

Rayons rouges.

$$2V = \begin{cases} 18^\circ\, 11' \\ 17^\circ\, 56' \end{cases} \beta = \begin{cases} 1.67926 \\ 1.67862 \end{cases} \text{d'où } 2E = \begin{cases} 30^\circ\, 46' \text{ à } 15^\circ \text{C.} \\ 30^\circ\, 20' \text{ à } 65^\circ \text{C.} \end{cases}$$

Rayons jaunes.

$$2V = \begin{cases} 18^\circ\, 13' \\ 17^\circ\, 58' \end{cases} \beta = \begin{cases} 1.68184 \\ 1.68120 \end{cases} \text{d'où } 2E = \begin{cases} 30^\circ\, 53' \text{ à } 15^\circ \text{C.} \\ 30^\circ\, 26' \text{ à } 65^\circ \text{C.} \end{cases}$$

Il est seulement bon de remarquer que le procédé indirect employé par M. Müttrich pour mesurer 2V ne semble guère susceptible de fournir des résultats très-précis, et que ses valeurs de β paraissent bien éloignées de celles de Rudberg.

On doit à M. Kirchhoff de nouvelles mesures de l'angle apparent des axes optiques dans l'air [2] prises à 25° C. sur une plaque d'environ 7 millimètres d'épaisseur pour les principales raies de Fraunhofer. Ces mesures n'ont fourni, comme toujours, que des valeurs très-approximatives de 2E, à cause des légères imperfections inhérentes au travail des plaques biréfringentes; mais en les combinant avec les indices *moyens* déterminés autrefois par Rudberg et avec les angles que chacun des axes optiques fait avec la

[1] *Bestimmung der Krystallsystems und der optischen Constanten des weinsteinsauren Kali-Natron, etc.* (*Poggendorff's Annalen*, t. CXXI, p. 403, année 1864.)

[2] *Ueber die Winkel der optischen Axen des Aragonits für die verschiedenen Fraunhofer'schen Linien* (*Poggendorff's Annalen*, t. CVIII, p. 567, année 1859.)

normale à la plaque qu'il a employée, M. Kirchhoff a obtenu l'écartement *réel* 2V avec une grande exactitude. Voici ses résultats.

Raies	2E	2 V
B.....	30° 35′ 50″	18° 5′ 23″
C....	30° 40′ 10″	18° 6′ 55″
D....	30° 51′ 40″	18° 11′ 7″
E....	31° 6′ 50″	18° 16′ 45″
F.....	31° 21′ 0″	18° 22′ 14″
G....	31° 46′ 20″	18° 31′ 30″
H....	32° 9′ 30″	18° 40′ 20″

Quoique les indices principaux de Rudberg, pour la température moyenne de 18° C. aient été publiés depuis longtemps [1], je les transcris ici avec les valeurs de 2V et de 2E qu'on en déduit à l'aide de la formule de Fresnel, parce que, comme l'a fait remarquer M. Wilde en 1850, dans le tome LXXX des Annales de Poggendorff, ces valeurs n'ont pas été données exactement dans le mémoire de Rudberg.

$\alpha = 1.68061$ $\beta = 1.67631$ $\gamma = 1.52749$
d'où $2V = 17°\ 58'$ $2E = 30°\ 22'$ raie B [2]

$\alpha = 1.68203$ $\beta = 1.67779$ $\gamma = 1.52820$
d'où $2V = 17°\ 48'$ $2E = 30°\ 5'$ raie C

$\alpha = 1.68589$ $\beta = 1.68157$ $\gamma = 1.53013$
d'où $2V = 17°\ 50'$ $2E = 30°\ 14'$ raie D

$\alpha = 1.69084$ $\beta = 1.68634$ $\gamma = 1.53264$
d'où $2V = 18°\ 3'$ $2E = 30°\ 41'$ raie E

[1] *Untersuchungen über die Brechung des farbigen Lichts im Aragonit und im farblosen Topase.* (*Poggendorff's Annalen*, t. XVII, p. 1, année 1829, et *Annuaire du bureau des longitudes*, à partir de l'année 1856.)

[2] Ces angles sont trop forts, puisque la dispersion des axes optiques de l'aragonite indique $\rho < v$; il existe donc quelque erreur dans la valeur des trois indices principaux adoptée par Rudberg pour la raie B.

$\alpha = 1.69515$ $\beta = 1.69053$ $\gamma = 1.53479$
d'où $2V = 18° 9'$ $2E = 30° 56'$ raie F

$\alpha = 1.70318$ $\beta = 1.69836$ $\gamma = 1.53882$
d'où $2V = 18° 17'$ $2E = 31° 19'$ raie G

$\alpha = 1.71011$ $\beta = 1.70509$ $\gamma = 1.54226$
d'où $2V = 18° 27'$ $2E = 31° 45'$ raie H

+ ASPARAGINE DE LA VESCE. Prisme rhomboïdal droit de 129° 18′ (Miller). Les cristaux que j'ai observés offraient la combinaison des formes $m\, g^1\, p\, e^{1/2}$ et de l'hémioctaèdre $b^{1/2}$ placé en général sur l'arête supérieure *gauche* de la base. Clivage facile suivant la base. Plan des axes optiques parallèle à g^1; bissectrice *positive* normale à la base; double réfraction énergique; dispersion notable des axes, $\rho < v$.

J'ai trouvé, sur deux plaques normales aux deux bissectrices *aiguë* et *obtuse*, pour les angles apparents dans l'huile, entre 15° et 20° C.

$2H_a = 94° 24'$ $2H_o = 103° 28'$
d'où $2V = 86° 8'$ et $\beta = 1.575$ rayons rouges,

$2H_a = 94° 56'$ $2H_o = 103° 14'$
d'où $2V = 86° 28'$ et $\beta = 1.579$ rayons jaunes,

$2H_a = 95° 6'$ $2H_o = 102° 50'$
d'où $2V = 86° 42'$ et $\beta = 1.589$ rayons bleus [1].

Trois prismes réfringents, composés l'un des faces verticales m faisant entre elles un angle de 50° 39′, l'autre des faces $e^{1/2}$ se coupant sous un angle de 61° 54′, et le troisième d'une base p

[1] Voyez mon Mémoire « Sur un nouveau procédé propre à mesurer l'indice moyen et l'écartement des axes optiques dans certaines substances où cet écartement est très-grand. » (*Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, séance du 22 avril 1861.)

et d'une face artificielle faisant avec elle un angle de 41° 22', m'ont donné pour α, β, γ,

$$\alpha = 1.616 \quad \beta = 1.577 \quad \gamma = 1.546$$
d'où $2V = 85° 20'$ rayons rouges,

$$\alpha = 1.619 \quad \beta = 1.581 \quad \gamma = 1.549$$
d'où $2V = 86° 58'$ rayons jaunes.

L'angle réel des axes, déduit de l'angle apparent dans l'huile et de l'indice moyen mesuré directement, est :

$$2V = \begin{cases} 86° \ 1' \text{ pour } H_a = 47° \ 12' \\ 86° \ 15' \text{ pour } H_o = 51° 44' \text{ rayons rouges,} \\ 86° \ 21' \text{ pour } H_a = 47° \ 28' \\ 86° \ 35' \text{ pour } H_o = 51° \ 37' \text{ rayons jaunes,} \end{cases}$$

M. Victor von Lang a trouvé de son côté :

$$2H_a = \begin{cases} 94° \ 19' \text{ rayons rouges,} \\ 94° \ 50' \text{ rayons jaunes,} \\ 95° \ 34' \text{ rayons verts.} \end{cases}$$

Enfin, d'après une publication faite par M. Schrauf dans le tome XLII des *Sitzungsberichte* de l'Académie des sciences de Vienne, année 1860, des mesures prises à 20°, à 17°.5 et à 21° C. sur trois prismes dont deux formés par deux faces $e^{1/2}$ et le troisième formé par des faces artificielles, ont donné en moyenne, pour les raies B, D, E du spectre :

	B	D	E
$\alpha =$	1.6139	1.6190	1.6238
$\beta =$	1.5752	1.5800	1.5845
$\gamma =$	1.5438	1.5476	1.5513
$2V =$	85° 55'	86° 38'	87° 8'

Comme on le voit, toutes les observations s'accordent aussi bien que possible.

+ ASTROPHYLLITE. J'ai déjà annoncé dans mon Manuel de Minéralogie que c'était la bissectrice *obtuse* de cette remarquable variété de mica de Brevig qui était *négative* et normale au plan des lames, avec une dispersion faible dans l'huile et $\rho < v$, tandis que sa bissectrice *aiguë* est *positive* et parallèle à ce plan.

Une lame de clivage, chauffée dans l'étuve du microscope jusqu'à 146°.5 C. ne paraît pas éprouver de modification appréciable dans l'écartement de ses axes optiques.

La faible teneur en silice de l'astrophyllite et sa richesse en oxydes de fer et de manganèse, indiquées par les analyses de M. Scheerer[1] et par celle de M. Pisani[2] expliquent bien sa fusibilité et sa solubilité dans l'acide chlorhydrique. L'analyse de M. Pisani a donné :

		Oxygène.		Rapp.
Silice	33,23	17,72	21,83	5
Acide titanique	7,09	2,80		
Zircone	4,97	1,31		
Alumine	4,00	3,49	4,61	1
Oxyde ferrique	3,75	1,12		
Oxyde ferreux	23,58	5,24	9,93	2
Oxyde manganeux	9,90	2,23		
Chaux	1,13	0,32		
Magnésie	1,27	0,50		
Potasse	5,82	0,99		
Soude	2,51	0,65		
Lithine	peu	....		
Perte au feu	1,86			
	99,11			

Densité = 3,324

— ATACAMITE. Prisme rhomboïdal droit de 97° 32′.

$b : h :: 1000 : 996,74.$

[1] *Poggendorff's Annalen*, t. CXXII, année 1864.
[2] *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, séance du 27 avril 1863.

Les plus beaux cristaux du Chili offrent ordinairement la forme d'octaèdres rectangulaires basés, $p\, a^1\, e^1$; ceux qui sont récemment venus d'Australie sont beaucoup plus gros et allongés dans le sens de la grande diagonale des bases, mais ils sont souvent cariés à l'intérieur et pénétrés d'oxyde de fer. Clivage facile suivant la base, moins facile suivant les faces verticales du prisme primitif. Double réfraction assez énergique. Plan des axes optiques parallèle aux grandes diagonales des bases; bissectrice *aiguë* normale à la base; forte dispersion des axes, $\rho < v$. Par suite d'enchevêtrements irréguliers de lamelles intérieures, l'écartement varie suivant les cristaux et même suivant les plages d'un même cristal. La mesure de l'angle apparent des axes dans l'huile m'a donné, à 18° C.

$$2H = \begin{cases} 91^\circ\ 50' \text{ rayons rouges} \\ 93^\circ\ 11' \text{ rayons jaunes} \\ 100^\circ\ 23' \text{ rayons bleus} \end{cases} \text{cristal du Chili.}$$

$$2H = \begin{cases} 91^\circ\ 33' \text{ rayons rouges} \\ 94^\circ\ 22' \text{ rayons jaunes} \\ 102^\circ\ 30' \text{ rayons bleus} \end{cases} 1^{re} \text{ lame d'Australie.}$$

$$2H = \begin{cases} 94^\circ\ 30' \text{ rayons rouges} \\ 105^\circ\ 1' \text{ rayons bleus} \end{cases} 2^{e} \text{ lame d'Australie.}$$

$$2H = \begin{cases} 94^\circ\ 1' \text{ rayons rouges} \\ 95^\circ\ 8' \text{ rayons jaunes} \\ 102^\circ\ 54' \text{ rayons bleus} \end{cases} 3^{e} \text{ lame d'Australie.}$$

Les trois dernières lames ont été tirées d'un même cristal d'Australie.

— Autunite. J'ai déjà fait voir dans mes deux premiers Mémoires « Sur l'emploi des propriétés optiques biréfringentes, etc. » que l'autunite appartenait au système rhombique et ne pouvait être considérée comme isomorphe de la chalcolite, ainsi qu'on l'avait

admis jusqu'ici. Une analyse de M. Pisani est venue confirmer ce résultat en montrant que l'autunite renferme en réalité 12 équivalents d'eau (21 p. 0/0), tandis que la chalcolite n'en renferme que 8 équivalents [1].

Dans les cristaux d'Autun, les macles régulières, qui ont lieu parallèlement à une face du prisme primitif de 90° 43′ et surtout les enchevêtrements irréguliers de l'intérieur, rendent l'écartement des axes optiques très-variable; dans les cristaux de Cornwall cet écartement varie moins, et j'ai trouvé sur une lame très-mince, $2E = 110°$ environ, pour la lumière blanche. La dispersion, assez notable dans les lames un peu épaisses, offre $\rho > v$ d'après les bordures des hyperboles.

Une élévation de température diminue fortement l'angle apparent dans l'air, comme le montrent les mesures suivantes, obtenues avec les rayons rouges sur deux lames d'Autun :

	Première lame.		Deuxième lame.
2E =	60° 57′ à 17° C.	2E =	59° 46′ à 17° C.
	57° 32′ à 47°		57° 46′ à 26°.5
	56° 36′ à 71°.5		55° 24′ à 47°
	55° 8′ à 81°		53° 18′ à 71°.5
	54° 10′ à 91°		50° 12′ à 91°

+ Azotate d'argent. Dans mon premier Mémoire, j'avais annoncé que les axes optiques étaient compris dans le plan des petites diagonales des bases du prisme primitif de 93° 22′; mais après vérification, sur des cristaux plus nets que ceux que j'avais eus d'abord à ma disposition, j'ai reconnu qu'en réalité ils s'ouvraient dans le plan des *grandes* diagonales de ce prisme, comme avait cru le voir M. Vict. Von Lang. Une lame légèrement oblique au plan des axes m'a donné dans l'huile, à 14° C.

$2H = 75° 6'$ d'où $2E = 126° 37'$ rayons rouges,
$2H = 76° 59'$ d'où $2E = 133° 50'$ rayons bleus.

[1] *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. LII, avril 1861.

— Azotate de potasse (nitre). La chaleur rapproche notablement les axes optiques, car j'ai observé, sur une plaque un peu épaisse, les écartements suivants pour les rayons rouges :

$$2E = \begin{cases} 7^\circ\ 55' \text{ à } 17^\circ \text{ C.} \\ 7^\circ\ 48' \text{ à } 21^\circ.5 \\ 7^\circ\ 26' \text{ à } 47^\circ \\ 6^\circ\ 42' \text{ à } 71^\circ.5 \\ 6^\circ\ 18' \text{ à } 95^\circ.5 \\ 6^\circ\ 6' \text{ à } 121^\circ \end{cases}$$

M. Schrauf a refait, pour les raies B, D, E du spectre, à l'aide de prismes réfringents formés par les faces naturelles de deux cristaux parfaitement purs et transparents (*Sitzungsberichte* de l'Académie des sciences de Vienne, t. LXI, année 1860), la détermination des trois indices principaux que M. Miller n'avait mesurés que pour les rayons jaunes (Voy. mon premier Mémoire). La moyenne des résultats obtenus à 18°.75, à 15° et à 16°.25 C. donne :

	B	D	E
$\alpha =$	1.49939	1.50643	1.51347
$\beta =$	1.49881	1.50562	1.51241
$\gamma =$	1.33277	1.33463	1.33649
$2V =$	6° 11′	7° 11′	8° 5′
$2E =$	9° 17′	10° 50′	12° 14′

Les valeurs de 2E paraissent trop fortes lorsqu'on les compare à celles que l'observation directe m'a fournies, ainsi qu'aux nombres trouvés par Grailich et consignés dans mon second Mémoire (2E = 6° 15′ rayons rouges; 8° 45′ rayons bleus).

+ Barytine. La chaleur augmente assez fortement l'angle apparent des axes optiques. Une lame légèrement enfumée d'Auvergne (?), passablement normale à la bissectrice *aiguë*, m'a donné pour les rayons rouges :

$$2E = \begin{cases} 63^\circ\ 5' \text{ à } 12^\circ \text{ C.} \\ 67^\circ\ 47' \text{ à } 71^\circ.5 \\ 69^\circ\ 49' \text{ à } 95^\circ.5 \\ 70^\circ\ 10' \text{ à } 121^\circ \\ 71^\circ\ 57' \text{ à } 146^\circ.5 \\ 72^\circ\ 52' \text{ à } 170^\circ.8 \\ 74^\circ\ 42' \text{ à } 195^\circ.8 \end{cases}$$

— Bastite (*schillerspath*). Des lames de clivage très-minces, noyées dans de la térébenthine entre deux plaques de verre et chauffées jusque vers 75° C. paraissent éprouver une légère augmentation dans l'écartement de leurs axes optiques.

— Bimalate d'ammoniaque. J'ai dit dans mon second Mémoire que la dispersion des axes était très-faible, mais que cependant les bordures des hyperboles indiquaient $\rho > v$, tandis que Grailich avait admis $\rho < v$. De nouvelles mesures de l'écartement apparent prises sur une bonne lame de clivage m'ont fourni, à 17° C.

$$2E = \begin{cases} 75^\circ\ 49' \text{ rayons rouges,} \\ 75^\circ\ 38' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

L'écartement varie du reste avec les échantillons, à cause de groupements intérieurs qui nuisent souvent à la netteté des anneaux colorés et des hyperboles. Une élévation de température augmente notablement l'angle des axes, ainsi que le prouvent les nombres suivants :

$$2E = \left\{ \begin{array}{l} 76^\circ\ 20' \text{ à } 17^\circ \text{ C.} \\ 76^\circ\ 54' \text{ à } 21^\circ.5 \\ 77^\circ\ 12' \text{ à } 26^\circ.5 \\ 77^\circ\ 40' \text{ à } 47^\circ \\ 78^\circ\ 42' \text{ à } 71^\circ.5 \\ 79^\circ\ 2' \text{ à } 86^\circ \end{array} \right\} \text{ rayons rouges.}$$

Blödite, d'Ischl en Autriche; $(\dot{N}a\,\dddot{S} + \dot{M}g\,\dddot{S}) + 4\,\dot{H}$. Masses grenues, d'un rouge plus ou moins foncé, assez transparentes en lames minces, manifestant çà et là au microscope polarisant des anneaux traversés par la barre ou l'hyperbole des substances à deux axes optiques. Dispersion très-faible. Quelques plages m'ont offert deux axes très-écartés autour d'une bissectrice *positive*. Les caractères optiques qu'on peut constater sur ces masses sont insuffisants pour établir d'une manière certaine si leur forme cristalline appartient au système rhombique ou au système clinorhombique.

— Brandisite. Ce minéral, dont les lames hexagonales sont regardées dans mon Manuel de Minéralogie comme dérivant d'un prisme rhomboïdal droit très-voisin de 120°, offre des propriétés optiques qui peuvent être également attribuées à une substance uniaxe ou à une substance à deux axes optiques rapprochés. Dans les plages où les axes sont séparés, leur dispersion paraissant complétement nulle, j'ai voulu m'assurer si la chaleur avait décidément une action appréciable sur leur écartement, comme je l'avais annoncé autrefois. Or, en plaçant dans l'étuve du microscope une lame verte assez transparente, dont l'angle apparent des axes était de 30° 1' à 17° C. pour les rayons rouges, les anomalies que j'ai rencontrées parmi les observations faites de 25° en 25° ne m'ont pas permis de constater avec certitude si l'augmentation d'environ 1° trouvée à 121° C. était bien réelle ou ne provenait que des erreurs du pointé.

+ Bronzite. Comme je l'ai dit dans mon Manuel de Minéralogie, ce minéral n'est qu'une variété d'enstatite, ordinairement à reflets bronzés, où la quantité d'oxyde ferreux varie de 6 à 10 pour 100. Ses masses laminaires se clivent assez facilement suivant les faces d'un prisme rhomboïdal droit d'environ 93°, et facilement suivant le plan qui passe par les petites diagonales des bases; c'est sur ce dernier clivage que se manifeste l'éclat bronzé propre à quelques variétés. Les axes optiques sont compris dans

le plan du clivage facile; la bissectrice *aiguë* est parallèle aux arêtes verticales du prisme, mais la fragilité de la substance ne permet d'observer les anneaux qu'à travers des lames normales à la bissectrice *obtuse* et parallèles au plan qui contient les grandes diagonales. Des observations plus exactes que celles dont j'ai publié les résultats dans mon Manuel m'ont donné :

$$2H_o = 131° 48' \quad \beta = 1.668$$

d'où $2V_o = 100° 20'$ et $2V_a = 79° 40'$ ray. rouges,

sur une bronzite très-chatoyante de Kupferberg en Bavière.

$$2H_o = 123° 38' \text{ ray. rouges,}$$

bronzite non chatoyante de Leiperville en Pensylvanie.

$$2H_o = 114° 15' \text{ ray. rouges,}$$

bronzite non chatoyante d'Ujadlersoat en Groënland, analysée par M. de Kobell.

Deux lames bien transparentes de Kupferberg, chauffées dans l'étuve du microscope jusqu'à 170°.8 C. ne m'ont paru éprouver aucun changement appréciable dans la position de leurs axes optiques.

+ BROOKITE. La Brookite éprouve, dans l'orientation et l'écartement de ses axes optiques, des changements *permanents* ou *temporaires*, suivant la température à laquelle on la chauffe; je n'ai rien à ajouter à ce que j'ai publié sur ce sujet dans mes « Observations sur les modifications permanentes et temporaires que l'action de la chaleur apporte à quelques propriétés optiques de plusieurs corps cristallisés [1]. »

+ CALAMINE. L'écartement apparent des axes optiques éprouve une forte diminution par la chaleur. J'ai trouvé sur une plaque

[1] *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, séance du 27 octobre 1862, et *Annales des Mines*, t. II, année 1862.

bien normale à la bissectrice *aiguë*, pour les rayons rouges :

$$2E = \begin{cases} 85^\circ\ 21' \text{ à } 8^\circ.8 \text{ C.} \\ 82^\circ\ 50' \text{ à } 17^\circ \\ 81^\circ\ 52' \text{ à } 21^\circ.5 \\ 79^\circ\ 50' \text{ à } 41^\circ.5 \\ 78^\circ\ 50' \text{ à } 71^\circ.5 \\ 77^\circ\ 50' \text{ à } 95^\circ.5 \\ 77^\circ\ 2' \text{ à } 111^\circ \\ 76^\circ\ 32' \text{ à } 121^\circ \end{cases}$$

— CARNALLITE; $(KCl + 2MgCl) + 12$ Aq. Prisme rhomboïdal droit de 118° 31'.

D = 858,711 $d = 512,459$. $b : h :: 1000 : 1192,825$.

Les cristaux qui ont fourni ces données ont été obtenus par l'évaporation très-lente d'une solution mélangée de chlorure de potassium et de chlorure de magnésium; ils se présentent sous forme de pyramides basées, d'apparence hexagonale, qui ont été décrites comme appartenant au système rhomboédrique dans le *Handbuch der krystallographischen Chemie* de M. Rammelsberg. J'y ai observé les formes m, g^1, p, $e^{3/2}$, e^1, $e^{1/2}$, $b^{3/2}$, b^1, $b^{1/2}$, dont les incidences calculées, comparées aux incidences observées, sont :

	Incidences calculées.	Incidences mesurées.
$m\,m$	= 118° 20′ 40″	″
$m\,g^1$	= 120° 49′ 40″	″
$p\,e^{3/2}$	= 137° 12′	137° 15′
*$p\,e^1$	= 125° 45′	125° 45′
$p\,e^{1/2}$	= 109° 48′	108° 50′
$p\,b^{3/2}$	= 137° 54′	137° 40′
$p\,b^1$	= 126° 25′	126° (Dx.) 126° 18′ (Ramm.).
$b^1\,m$	= 143° 35′	143° 20′ (Ramm.).
$b^1\,b^1$	= 107° 10′ sur m.	108° environ (Ramm.).
$p\,b^{1/2}$	= 110° 15′	110° 2′ (Dx.) 110° 43′ (Ramm.).
$b^{1/2}\,m$	= 159° 45′	159° 45′ (Ramm.).
*$b^{1/2}\,b^{1/2}$	= 139° 30′ sur m.	139° 30′ (Ramm.).

Incidences calculées.

$b^{3/2}\,b^{3/2}$ en avant $=$ 139° 48′
$b^1\ b^1$ en avant $=$ 131° 18′
$b^{1/2}\,b^{1/2}$ en avant $=$ 122° 32′

Double réfraction énergique. Axes optiques très-écartés, s'ouvrant dans un plan parallèle à g^1. Bissectrice *aiguë* normale au plan qui contient les grandes diagonales des bases de la forme primitive. Dispersion des axes faibles, $\rho < v$. 2E $=$ 115° à 116° pour la lumière blanche.

Les masses transparentes, arrondies, sans formes cristallines distinctes, à cassure conchoïdale, très-déliquescentes, qu'on trouve dans les mines de Stassfurt, possèdent exactement les mêmes propriétés optiques que les cristaux artificiels. Une lame bien normale à la bissectrice *aiguë* m'a donné, pour l'angle apparent des axes dans l'huile et dans l'air :

2H $=$ 70° 15′ d'où 2E $=$ 115° 1′ r. rouges,
2H $=$ 70° 28′ d'où 2E $=$ 117° 0′ r. bleus.

Ce sel, dont les cristaux déliquescents ne laissent pas mesurer leurs angles avec une grande exactitude, offre l'un des nombreux exemples de la nécessité où l'on se trouve d'appuyer la détermination géométrique des substances à forme *limite* sur l'étude des caractères optiques[1].

+ Célestine (strontiane sulfatée). L'angle apparent des axes optiques varie un peu avec les échantillons. Dans un cristal bien transparent de Sicile, qui a fourni une plaque normale à la

[1] Depuis la rédaction de ce Mémoire, j'ai reçu le 7e numéro des *Mineralogische Notizen* de M. Fried. Hessenberg, où j'ai trouvé la description de cristaux de Carnallite qui se sont déposés dans les travaux des mines de Stassfurt. M. Hessenberg a observé la combinaison des formes $m\ g^1\ p\ a^1\ e^{3/2}\ e^1\ e^{1/2}\ b^{3/2}\ b^1\ b^{1/2}$ et il a obtenu en moyenne, pour deux des incidences fondamentales : $m\,m =$ 118° 37′ ; $p\,b^1 =$ 126° 28′. La face a^1 ne s'est pas rencontrée jusqu'ici sur les cristaux des laboratoires.

bissectrice *aiguë* et un prisme réfringent de 57° 46′ ayant son arête perpendiculaire au plan des axes, j'ai obtenu à 20° C.

$$2E = \begin{cases} 88^\circ\ 30' & \beta = 1.623 \text{ rayons rouges,} \\ 89^\circ\ 36' & \beta = 1.625 \text{ rayons jaunes,} \\ 92^\circ\ 49' & \beta = 1.635 \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

L'écartement augmente très-notablement avec la température, comme le montrent les observations suivantes faites sur une autre plaque de Sicile, en employant les rayons rouges :

$$2E = \begin{cases} 89^\circ\ 15' & \text{à}\ \ 6^\circ.6\,\text{C.} \\ 92^\circ\ 4' & \text{à}\ \ 47^\circ \\ 92^\circ\ 54' & \text{à}\ \ 71^\circ.5 \\ 93^\circ\ 42' & \text{à}\ \ 76^\circ.5 \\ 95^\circ\ 2' & \text{à}\ \ 95^\circ.5 \\ 95^\circ\ 56' & \text{à}\ \ 100^\circ.5 \end{cases}$$

— Céruse (plomb carbonaté). Dans le tome XLII des *Sitzungsberichte* de l'Académie des sciences de Vienne, M. Schrauf a publié en 1860, comme moyenne d'observations faites sur des prismes formés par les faces naturelles de quatre cristaux parfaitement purs et transparents, à 18°.75 C., 21°.25 C., 16°. 25, 15° et 17°.5 C. pour les raies B, D, E du spectre, les nombres suivants :

	B	D	E
$\alpha =$	2.0613	2.0780	2.0934
$\beta =$	2.0595	2.0763	2.0919
$\gamma =$	1.7915	1.8037	1.8164
2V =	8° 26′	8° 7′	7° 35′
2E =	17° 24′	16° 54′	15° 54′

La chaleur augmente sensiblement l'angle apparent des axes optiques. J'ai trouvé sur une plaque assez bien normale à la bissectrice *aiguë*, pour les rayons rouges :

$$2E = \begin{cases} 18^\circ 22' \text{ à } 12^\circ \text{ C.} \\ 20^\circ 20' \text{ à } 71^\circ.5 \\ 22^\circ 2' \text{ à } 95^\circ.5 \end{cases}$$

Dans les premières expériences de projection des phénomènes optiques faites avec la lumière solaire au cours de M. Pouillet, en 1838, M. Soleil père avait déjà remarqué l'action que la chaleur exerce sur l'écartement des axes optiques du plomb carbonaté.

— CHILDRÉNITE. Par suite des enchevêtrements intérieurs d'individus à axes imparfaitement parallèles, l'angle apparent des axes optiques varie dans les divers cristaux et même dans les différentes plages d'un même cristal. Une large plaque bien normale à la bissectrice *aiguë* m'a donné, à 14° C.

	Première plage.	Deuxième plage.	
2E =	75° 22′	76° 34′	rayons rouges,
	74° 25′	73° 45′	rayons jaunes,
	71° 30′	72° 7′	rayons bleus.

La chaleur n'a qu'une très-faible action sur la position des axes optiques, qu'elle paraît rapprocher d'une quantité très-minime. Une troisième plage de la plaque précédente a fourni, pour les rayons rouges : 2E = 66° 49′ à 12° C.; 65° 54′ à 121° C.

+ CHLORURE DE BARYUM; Ba Cl + 2Aq. La mesure de l'écartement des axes optiques dans l'huile m'a amené à reprendre celle des trois indices principaux et à adopter comme données cristallographiques les nombres de M. Marignac, $m\, m = 93^\circ\, 30'$, $p\, e^2 = 142^\circ\, 35'$, d'où $b : h :: 1000 : 1112{,}91$.

α et γ ont été obtenus à l'aide de prismes naturels dont l'arête réfringente était, d'une part la ligne d'intersection des faces $p\, a^2$, et d'autre part celle des faces $p\, e^2$ et $p\, e^1$; β l'a été au moyen d'un nouveau prisme artificiel, meilleur que celui qui m'avait servi

d'abord. Par suite, les valeurs publiées dans mon second Mémoire doivent être remplacées par les suivantes :

$\alpha = 1.657 \quad \beta = 1.641 \quad \gamma = 1.628$

d'où $2V = 84^\circ\ 50'$ rayons rouges,

$\alpha = 1.660 \quad \beta = 1.646 \quad \gamma = 1.635$

d'où $2V = 83^\circ\ 46'$ rayons jaunes.

Trois plaques à peu près parallèles à g^1 et sensiblement normales à la bissectrice *aiguë* m'ont donné dans l'huile, à 14° C.

Première plaque.

$2H = \begin{cases} 97^\circ\ 29'\ 30'' \\ 97^\circ\ 19' \end{cases}$ d'où $2V = \begin{cases} 84^\circ\ 23' \text{ rayons rouges,} \\ 84^\circ\ 4' \text{ rayons jaunes;} \end{cases}$

Deuxième plaque.

$2H = \begin{cases} 98^\circ\ 38' \\ 98^\circ\ 30' \end{cases}$ d'où $2V = \begin{cases} 85^\circ\ 18' \text{ rayons rouges,} \\ 85^\circ\ 0' \text{ rayons jaunes;} \end{cases}$

Troisième plaque.

$2H = \begin{cases} 98^\circ\ 14'\ 30'' \\ 97^\circ\ 39' \end{cases}$ d'où $2V = \begin{cases} 84^\circ\ 58' \text{ rayons rouges,} \\ 84^\circ\ 20' \text{ rayons jaunes.} \end{cases}$

Dans l'huile, la dispersion des axes se manifeste par des bordures à couleurs assez vives autour des hyperboles, indiquant $\rho > v$; leur angle apparent y varie un peu par suite d'enchevêtrements intérieurs.

+ Chlorure de cuivre ; $CuCl + 2Aq$. Une lame très-mince, légèrement oblique à la bissectrice *aiguë*, m'a fait voir dans l'huile une dispersion des axes optiques très-marquée indiquant $\rho < v$ et m'a fourni pour leur écartement, à 14° C.

$2H = \begin{cases} 95^\circ\ 0' \\ 95^\circ\ 57' \\ 98^\circ\ 35' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$ d'où $2V = \begin{cases} 80^\circ\ 2' \text{ rayons rouges,} \\ 80^\circ\ 40' \text{ rayons jaunes,} \end{cases}$

L'angle réel a été déduit de l'angle apparent dans l'huile à l'aide des valeurs $\beta = 1.681$ (rayons rouges), $\beta = 1.685$ (rayons jaunes), données dans mon second Mémoire.

— CHROMATE JAUNE DE POTASSE. L'écartement des axes optiques varie un peu suivant les cristaux, et il augmente sensiblement avec la température. J'ai trouvé sur une plaque assez bien perpendiculaire à la bissectrice *aiguë*, à 17° C.

$$2E = \begin{cases} 100^\circ\ 32' \text{ rayons rouges,} \\ 95^\circ\ 40' \text{ rayons verts,} \\ 93^\circ\ 10' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

$$2E = \left\{ \begin{matrix} 100^\circ\ 59' \text{ à } 26^\circ.5 \text{ C.} \\ 101^\circ\ 24' \text{ à } 47^\circ \\ 101^\circ\ 48' \text{ à } 71^\circ.5 \\ 102^\circ\ 44' \text{ à } 95^\circ.5 \\ 103^\circ\ 44' \text{ à } 121^\circ \end{matrix} \right\} \text{ pour les rayons rouges.}$$

+ CHROMATE DE POTASSE À DEUX AXES TRÈS-VOISINS. Les lames maclées, dont j'ai donné la description dans mon second Mémoire, et qui paraissent indiquer le passage du chromate rhombique *négatif* au chromate hexagonal *positif*, n'éprouvent pas de modification sensible dans l'écartement de leurs axes optiques lorsqu'on les chauffe jusque vers 75° C.

— CITRATE DE SOUDE. La chaleur diminue sensiblement l'angle des axes optiques. Une lame un peu oblique au plan des axes qui, à 17° C. donnait 2E = 104° 7′ (rayons rouges), 104° 41′ (rayons bleus), a fourni pour les rayons rouges :

$$2E = \begin{cases} 103^\circ\ 36' \text{ à } 31^\circ.5 \text{ C.} \\ 103^\circ\ 14' \text{ à } 47^\circ \\ 103^\circ\ 0' \text{ à } 61^\circ.5 \\ 102^\circ\ 43' \text{ à } 71^\circ.5 \end{cases}$$

— CLINTONITE. Les lames de ce minéral, que j'ai rapportées dans mon Manuel de Minéralogie à un prisme rhomboïdal droit très-voisin de 120°, présentent comme celles de brandisite des plages à axes réunis et des plages à axes séparés dans un plan perpendiculaire à deux côtés parallèles de leur base hexagonale. La dispersion des axes optiques y est à peu près nulle et la chaleur n'a qu'une action à peine appréciable sur leur écartement dont la mesure ne peut d'ailleurs être obtenue avec une très-grande exactitude, à cause du peu de netteté des hyperboles résultant de la dislocation de la croix. Une assez bonne plaque à croix divisée m'a donné, pour les rayons rouges :

$$2E = \begin{cases} 20^\circ 23' \text{ à } 21^\circ.5 \text{ C.} \\ 20^\circ 32' \text{ à } 95^\circ.5 \\ 20^\circ 40' \text{ à } 170^\circ.8 \end{cases}$$

L'observation des phénomènes optiques ne fournit donc pas plus le moyen de lever complétement l'incertitude qui règne ici sur la véritable forme cristalline, qu'elle ne le fait pour la brandisite et pour quelques micas à axes réunis.

— CODÉINE. De beaux cristaux transparents m'ont permis de compléter les indications données dans mon premier et dans mon second Mémoire « *Sur l'emploi des propriétés optiques*, etc. » Leur forme se compose d'un prisme rhomboïdal droit d'environ 92° 12′ (92° 34′ Grailich), d'un biseau prédominant e^1 dont les faces font entre elles un angle de 101° 2′ (101° 36′ Grailich) et d'un autre biseau e^2, à faces étroites se coupant sous un angle d'environ 134° 38′. La double réfraction est très-énergique. La dispersion des axes optiques vus dans l'huile est faible avec $\rho > v$, contrairement à ce qui doit exister dans l'air, comme je l'ai annoncé dans mon second Mémoire d'après Grailich. Une lame très-mince, clivée suivant la base et bien normale à la bissectrice *aiguë*, m'a fourni à 23° C. pour l'angle apparent dans l'huile :

$$2H = \begin{cases} 86^\circ\ 13' \text{ rayons rouges,} \\ 86^\circ\ 8' \text{ rayons jaunes,} \\ 85^\circ\ 45' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

D'après les observations de Grailich[1], les indices *moyen* et *minimum* sont, pour les raies B, D, G du spectre :

	B	D	G
$\beta =$	1.5390	1.5435	1.5650
$\gamma =$	1.5335	1.5390	1.5550

— Cordiérite. L'angle des axes optiques, très-variable sur les échantillons de diverses provenances, comme je l'ai indiqué dans mon Manuel de Minéralogie, ne paraît pas non plus bien constant sur les cristaux d'une même localité ou dans les diverses plages d'un même cristal. J'avais trouvé, sur une première plaque de Bodenmais, pour les rayons orangés, $2H = 89^\circ\ 25'$; une autre plaque de la même localité m'a donné :

$$2H = \begin{cases} 85^\circ\ 8' \\ 86^\circ\ 2' \end{cases} \text{d'où } 2V = \begin{cases} 80^\circ\ 7'\ 2E = 165^\circ\ 12' \text{ r. rou.} \\ 81^\circ\ 44' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

L'action de la chaleur a aussi une influence très-marquée et augmente beaucoup l'écartement apparent dans l'air, comme le montrent les résultats suivants obtenus sur une plaque de Haddam, bien normale à la bissectrice :

$$2E = \begin{cases} 63^\circ\ 56' \text{ à } 8^\circ.8 \text{ C.} \\ 66^\circ\ 29' \text{ à } 47^\circ \\ 68^\circ\ 0' \text{ à } 71^\circ.5 \\ 69^\circ\ 8' \text{ à } 95^\circ.5 \\ 70^\circ\ 2' \text{ à } 121^\circ \\ 71^\circ\ 2' \text{ à } 141^\circ.5 \\ 71^\circ\ 40' \text{ à } 150^\circ.8 \end{cases} \text{ rayons rouges}$$

+ Cyanure de potassium et de platine; (K Cy + Pt Cy) + 3Aq.

[1] *Krystallographisch-optische Untersuchungen;* Vienne, 1858.

Prisme rhomboïdal droit de 97° 21′ [1]. Cristaux se présentant habituellement sous forme de tables rectangulaires aplaties suivant le plan g^1, biselées sur toutes leurs arêtes et offrant une légère fluorescence d'un bleu jaunâtre. Axes optiques s'ouvrant dans le plan des *grandes* diagonales des bases. Bissectrice *aiguë* parallèle aux arêtes verticales. Dispersion des axes énorme, se manifestant d'une manière symétrique à droite et à gauche de la bissectrice, dans les couleurs des anneaux et des hyperboles qui les traversent; $\rho > v$. J'ai trouvé approximativement, pour l'écartement apparent dans l'air :

$$2E = \begin{cases} 78^\circ \text{ rayons rouges,} \\ 57^\circ \text{ à } 58^\circ \text{ rayons verts,} \\ 39^\circ \text{ à } 40^\circ \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

Ce sel s'altère très-promptement à l'air humide.

+ Cymophane. Ce minéral éprouve comme la Brookite, sous l'influence de la chaleur, des variations *temporaires* ou *permanentes* dans l'orientation et l'écartement de ses axes optiques. Une élévation de température rapproche les axes orientés parallèlement à la base du prisme de 119° 46′ et écarte ceux dont le plan lui est perpendiculaire. Les changements ne sont que temporaires jusqu'au rouge naissant, mais ils deviennent *permanents* pour une calcination de quinze minutes à la température de fusion de l'argent, sans que le poids ni l'aspect des cristaux soient sensiblement modifiés [2].

— Diaclasite. Une lame mince parallèle au clivage facile m'a donné, pour l'angle apparent des axes dans l'huile, autour

[1] Grailich, *Krystallographisch-optische Untersuchungen.* Mémoire couronné par l'Académie des sciences de Vienne, mai 1857.

[2] Voir mon Mémoire « sur les modifications permanentes et temporaires que l'action de la chaleur apporte à quelques propriétés optiques de plusieurs corps cristallisés. » (*Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, séance du 27 octobre 1862, et *Annales des mines*, t. II, année 1862.)

de la bissectrice normale à cette lame, $2H = 100°$ environ (lumière blanche).

Comme la petitesse des cristaux ne permet pas de se procurer des lames perpendiculaires à la seconde bissectrice, il est impossible de s'assurer directement de la position et du signe de la bissectrice *aiguë*; mais par analogie avec l'hypersthène, il est probable que l'angle précédent correspond à l'angle réel aigu des axes optiques.

+ **Diaspore.** Le plan de clivage facile parallèle à la face g^1 du prisme de 129° 50′, que j'avais indiqué dans mon deuxième Mémoire comme étant perpendiculaire à la *bissectrice*, l'est en réalité à l'axe d'élasticité *moyenne;* c'est donc lui qui contient les axes optiques. La bissectrice *aiguë* est normale au plan qui passe par les grandes diagonales des bases de la forme primitive. La double réfraction est énergique. L'écartement des axes est très-grand et assez constant dans les diverses plages d'un même cristal; leur dispersion est faible, avec $\rho < v$. A l'aide d'une lame bien normale à la bissectrice *aiguë* et d'un prisme réfringent de 43° 59′ convenablement taillé dans un cristal de Hongrie, j'ai obtenu à 15° C.

$$2H_a = \begin{cases} 103°34' \\ 103°53' \\ 104°38' \end{cases} \beta = \begin{cases} 1.719 \text{ d'où } 2V = 84°8' \text{ ray. rouges,} \\ 1.722 \text{ d'où } 2V = 84°20' \text{ ray. jaunes,} \\ 1.729 \text{ d'où } 2V = 85°8' \text{ ray. bleus.} \end{cases}$$

Une lame parallèle à la base et normale à la bissectrice *obtuse*, prise aussi dans un cristal de Hongrie, a donné :

$$2H_o = \begin{cases} 121°\ 59' \text{ rayons rouges,} \\ 121°\ 32' \text{ rayons jaunes,} \\ 120°\ 48' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

Dans les lames perpendiculaires à l'une ou à l'autre des deux bissectrices, les anneaux et les hyperboles offrent quelques irré-

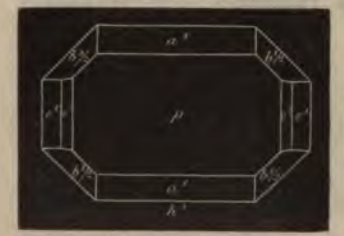
gularités qui tiennent sans doute à la structure éminemment lamellaire de la substance.

— Émétique ordinaire. Contrairement à ce que j'avais annoncé dans mon deuxième Mémoire, d'après M. de Lang, j'ai observé, sur de gros cristaux de la fabrication de M. Ménier, que la double réfraction était énergique et la dispersion des axes optiques très-notable. Une lame très-mince, parallèle au plan passant par les petites diagonales des bases du prisme de 92° 36', m'a en effet donné à 14° C.

$$2E = \begin{cases} 85^\circ\ 20' \text{ rayons rouges,} \\ 83^\circ\ 10' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

L'angle des axes paraît variable avec les échantillons, puisque M. Victor von Lang a obtenu de son côté, $2E = 75^\circ\ 30'$.

— Émétique de rubidium (Grandeau). Les cristaux obtenus par M. Grandeau peuvent être rapportés à un prisme rhomboïdal droit de 92° 26' *géométriquement* isomorphe du prisme primitif de l'émétique de potasse; mais au lieu de se présenter, comme ce dernier, sous forme d'octaèdres aigus basés, souvent hémièdres, le sel de rubidium offre des tables octogonales très-minces, biselées sur toutes leurs arêtes et qui se composent des formes homoèdres h^1, p, a^1, e^2, e^1, $b^{1/2}$ dont les incidences sont :



	Calculé.	Observé.
$^*p\,a^1 =$	125° 5′	125° 5′ moyenne.
$p\,h^1 =$	90°	90°
$^*p\,e^2 =$	145° 41′	145° 41′ moyenne,
$p\,e^1 =$	126° 13′	125° 45′ moyenne,
$p\,b^{1/2} =$	116° 53′	117° 5′

$b : h :: 1000 : 985{,}665 \quad D = 722{,}012 \quad d = 691{,}881$

Quant à l'orientation des axes optiques et de leurs bissectrices, elle est tout à fait différente dans les deux sels : ainsi, dans l'émétique de rubidium, le plan des axes optiques est parallèle à h^1, tandis que dans l'émétique de potasse il l'est à la base du prisme de 92° ; dans le premier, la bissectrice *aiguë* est normale à la base, tandis que dans le second elle l'est au plan qui passe par les petites diagonales des bases. L'écartement apparent des axes dans l'huile est très-grand et leur dispersion très-faible; la forme des anneaux et la disposition de leurs couleurs sont parfaitement symétriques dans les deux systèmes. J'ai trouvé sur une bonne plaque, vers 15° C.

$$2H_a = \begin{cases} 89^\circ\ 50' \text{ rayons rouges,} \\ 89^\circ\ 32' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

+ ENSTATITE. Une plaque normale à la bissectrice *obtuse* négative, prise sur un cristal de Moravie, n'a paru éprouver qu'une très-légère augmentation dans l'écartement de ses axes optiques en la chauffant jusqu'à 146°.5 C.

— ÉPISTILBITE. L'angle apparent des axes optiques paraît augmenter un peu avec la température. Une plage assez nette d'une lame normale à la bissectrice m'a fourni, pour les rayons rouges :

$$2E = \begin{cases} 70^\circ\ 25' \text{ à } 12^\circ \text{ C.} \\ 72^\circ\ 18' \text{ à } 47^\circ \\ 73^\circ\ 0' \text{ à } 71^\circ.5 \\ 73^\circ\ 58' \text{ à } 95^\circ.5 \\ 74^\circ\ 56' \text{ à } 121^\circ \end{cases}$$

+ EUCHROÏTE. Des enchevêtrements intérieurs font varier l'écartement des axes optiques dans les diverses plages d'un même cristal. La chaleur agit aussi d'une manière notable en diminuant cet écartement. En employant la lumière blanche, dont les rayons

verts sont, avec quelques rayons bleus, à peu près les seuls qui puissent traverser une plaque même très-mince, j'ai trouvé :

$$2E = \begin{cases} 61^\circ\ 11' \text{ à } 17^\circ \text{ C.} \\ 60^\circ\ 32' \text{ à } 26^\circ.5 \\ 59^\circ\ 6' \text{ à } 47^\circ \\ 57^\circ\ 50' \text{ à } 71^\circ.5 \\ 56^\circ\ 8' \text{ à } 86^\circ \end{cases}$$

— EXITÈLE (oxyde d'antimoine rhombique). Prisme rhomboïdal droit de 136° 58'. Clivages très-faciles suivant les faces *m* de ce prisme et suivant le plan diagonal g^1. Les cristaux brunâtres de Bräunsdorf en Saxe se présentent ordinairement en octaèdres cunéiformes composés de faces *m* nettes et d'un biseau e^3 ou e^4 arrondi ; les cristaux blancs de Przibram en Bohême et de Sempsa, province de Constantine, offrent des tables fortement aplaties suivant g^1, allongées dans le sens de la petite diagonale de la base, présentant le prisme *m* sur leur arête verticale et quelquefois un biseau $e^{3/4}$ sur leur arête horizontale.

A la température ordinaire, les axes *rouges* sont ordinairement orientés dans un plan parallèle à la base et les axes *bleus* dans un plan perpendiculaire à cette face, les axes *jaunes* étant à peu près réunis; la dispersion est forte et $\rho > v$. Dans d'autres échantillons, et surtout dans ceux de Przibram et d'Algérie, les axes *rouges* sont sensiblement réunis, tandis que les axes correspondant à toutes les autres couleurs s'ouvrent dans un plan perpendiculaire à la base; on a donc $\rho < v$. La bissectrice est toujours parallèle à la petite diagonale de la base. L'écartement des axes optiques est très-faible, quelle que soit leur orientation. Lorsqu'on chauffe la substance jusque vers 75° C. il se produit un léger rapprochement des axes orientés parallèlement à la base et un léger écartement de ceux dont le plan lui est perpendiculaire.

+ FORMIATE DE BARYTE. La double réfraction est très-énergique ; la dispersion des axes optiques est faible lorsqu'on les

voit dans l'huile, mais forte lorsqu'ils émergent dans l'air, avec $\rho < v$, comme je l'ai indiqué dans mon deuxième Mémoire. Une plaque parfaitement normale à la bissectrice *aiguë* et un prisme réfringent formé par une face a^1 et par une face artificielle m'ont donné, à 14° C.

	2H = 84° 36′ 30″	β = 1.592	
d'où	2V = 76° 36′	2E = 161° 18′	rayons rouges,
	2H = 84° 50′ 30″	β = 1.596	
d'où	2V = 76° 42′	2E = 164° 0′	rayons jaunes,
	2H = 85° 6′ 30″	β = 1.607	
d'où	2V = 76° 56′	2E = 176° 34′	rayons bleus.

En opérant à 17°.5, 18°.75 et 21° C. sur trois prismes artificiels, M. Schrauf a obtenu (*Sitzungsberichte* de l'Académie de Vienne, t. XLII), pour les raies B, D, E, H du spectre, les moyennes suivantes, qui s'accordent assez bien avec mes propres résultats :

	B	D	E	H
α =	1.63098	1.63612	1.64123	1.66047
β =	1.59181	1.59698	1.60243	1.62176
γ =	1.56788	1.57288	1.57768	1.59643
2V =	77° 40′	77° 53′	78° 53′	79° 36′
2H =	85° 32′	85° 55′	87° 17′	88° 46′

+ Formiate de chaux. Deux prismes réfringents formés par des faces naturelles et un prisme à faces artificielles, observés à 17°.5, 20° et 21° C. ont fourni comme moyenne pour les raies B, D, E, à M. Schrauf (*Sitzungsberichte*, etc. t. XLII) :

	B	D	E
α =	1.57314	1.57754	1.58191
β =	1.50997	1.51346	1.51674
γ =	1.50669	1.51005	1.51323
2V =	26° 29′	26° 49′	26° 59′
2E =	40° 28′	41° 5′	41° 27′

Ces valeurs de l'écartement apparent dans l'air sont parfaitement concordantes avec celles que j'ai publiées dans mon deuxième Mémoire.

Lorsqu'on élève la température, l'angle des axes augmente notablement. J'ai trouvé sur une bonne plaque très-légèrement oblique au plan des axes, en opérant avec les rayons rouges :

$$2E = \begin{cases} 37^\circ\ 44' \text{ à } 15^\circ \text{ C.} \\ 38^\circ\ 42' \text{ à } 21^\circ.5 \\ 39^\circ\ 28' \text{ à } 26^\circ.5 \\ 40^\circ\ 24' \text{ à } 36^\circ.5 \\ 41^\circ\ 36' \text{ à } 47^\circ \\ 42^\circ\ 20' \text{ à } 52^\circ \\ 42^\circ\ 40' \text{ à } 56^\circ.5 \end{cases}$$

— **Formiate de strontiane.** On doit encore à M. Schrauf (*Sitzungsberichte*, etc. t. XLII) les valeurs suivantes des trois indices principaux déterminés pour les raies B, D, E du spectre, en opérant sur trois prismes formés de faces naturelles, à 16°, 17°.5 et 21° C.

	B	D	E
$\alpha =$	1.53421	1.53820	1.54203
$\beta =$	1.51743	1.52099	1.52441
$\gamma =$	1.48057	1.48377	1.48690
$2V =$	66° 36′	67° 0′	67° 24′
$2E =$	112° 51′	114° 10′	115° 31′

La dispersion des axes apparents dans l'air paraît un peu forte quand on la compare à celle qui résulte des mesures directes que j'ai publiées dans mon deuxième Mémoire; cependant M. Schrauf a obtenu de son côté :

	Première plaque.	Deuxième plaque.	
$2E =$	113°	112°	rayons rouges,
	115°	116° 30′	rayons bleus.

La chaleur m'a semblé diminuer légèrement l'écartement des axes optiques; mais la substance devient trop facilement opaque pour qu'on puisse constater le fait d'une manière précise.

— GERMARITE (Breithaupt). M. Breithaupt a proposé ce nom pour une sorte de bronzite à faible densité (2,79), clivable suivant les faces verticales et les plans diagonaux d'un prisme rhomboïdal de 92° et 88°, offrant un éclat métalloïde sur le clivage le plus facile parallèle au plan bissecteur de l'angle obtus de ce prisme, et engagée dans un feldspath blanc lamellaire (*radauite*) de Radau au Hartz.

En travaillant, pour les amincir, des lames produites par le clivage difficile dont la direction est tangente à l'arête obtuse de 92° et perpendiculaire à celle du clivage métalloïde, leur dureté m'a paru moindre que celle des bronzites et des hypersthènes ordinaires. Ces lames, même très-minces, sont blondes et transparentes en quelques plages, brunes et seulement translucides en d'autres plages; dans les plages transparentes, elles manifestent une double réfraction peu énergique et laissent voir des branches d'hyperbole très-écartées et assez vagues, qui paraissent disposées symétriquement autour d'une bissectrice *négative* normale au plan des lames. Dans l'huile, la dispersion des axes optiques est faible et $\rho > v$; leur angle apparent varie, suivant les lames, de 89°16′ à 94° pour les rayons rouges. Le dichroïsme est peu marqué à travers les lames parallèles au clivage difficile.

Tous ces caractères semblent prouver que la *germarite* est un hypersthène peu homogène et ayant subi un commencement d'altération.

+ HARMOTOME. Lorsqu'on examine à diverses températures, dans l'étuve du microscope, les anneaux et les courbes isochromatiques qui se manifestent pour les rayons rouges dans des plaques d'Andréasberg ou de Strontian en Écosse, normales à la bissectrice *aiguë* ou à la bissectrice *obtuse*, on voit que de 17° à

170°.8 ou 175°.8 C. les axes optiques paraissent se rapprocher de 6 à 8°, mais qu'en même temps le plan qui les contient se déplace horizontalement d'une quantité variable et très-sensible. Si la plaque est un peu oblique à la bissectrice, et qu'elle montre dans l'air un de ses systèmes d'anneaux avec l'hyperbole qui les traverse, on voit aussi que l'anneau central se déforme et que l'hyperbole, tout en se déplaçant dans un plan situé à 45° du plan de polarisation, s'incline plus ou moins en se courbant vers la droite ou vers la gauche. L'harmotome est la seule substance appartenant au système rhombique où j'aie rencontré jusqu'ici ces phénomènes irréguliers. Comme ses cristaux sont toujours maclés et offrent une marqueterie intérieure très-complexe, il est probable que les nombreuses pièces dont ils se composent éprouvent en divers sens des dilatations très-inégales, pour une élévation de température relativement assez faible, et qu'elles se déplacent mutuellement en s'arc-boutant les unes contre les autres.

+ Hatchettine. La variété blanche, très-molle, du Glamorganshire, possède deux axes optiques très-voisins ou un seul axe à croix disloquée, sans dispersion appréciable.

La variété brunâtre des houillères des environs de Liége montre, à 45° du plan de polarisation, des anneaux ovales traversés par deux branches d'hyperbole très-nettes et symétriquement disposées autour d'une bissectrice normale au sens où la masse aplatie se laisse séparer en lames minces. La dispersion des axes est sensible et $\rho < v$. Des enchevêtrements intérieurs rendent un peu variables la forme des anneaux et l'écartement des axes.

— Hopéite. J'avais annoncé, d'après M. Brewster, dans mon premier Mémoire, que la bissectrice *aiguë* était perpendiculaire au clivage le plus facile ou h^1 du prisme de 120° 26'; j'ai constaté depuis et j'ai consigné en *post-scriptum*, à la fin de mon deuxième Mémoire, qu'en réalité cette ligne est normale au clivage le moins

facile, qui a lieu suivant la face g^1, toujours striée verticalement. Le plan des axes optiques est parallèle à la base; leur dispersion est faible et $\rho < v$. J'ai trouvé $2E = 52°$ environ, pour la lumière blanche.

+ Humite. L'écartement des axes optiques varie avec les échantillons. Leur dispersion, très-faible dans l'huile, comme je l'ai dit dans mon Manuel de Minéralogie, est forte dans l'air. J'ai obtenu sur deux lames bien normales à la bissectrice *aiguë*, à 15° C.

Première lame.

$$2H = \begin{cases} 82° 6' \\ 82° 9' \\ 82° 31' \end{cases} \quad \text{d'où } 2E = \begin{cases} 148° 38' \text{ rayons rouges,} \\ 149° 24' \text{ rayons jaunes,} \\ 154° 10' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

Deuxième lame.

$$2H = \begin{cases} 83° 19' \\ 83° 27' \\ 84° 7' \end{cases} \quad \text{d'où } 2E = \begin{cases} 154° 2' \text{ rayons rouges,} \\ 155° 24' \text{ rayons jaunes,} \\ 163° 52' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

— Hypersthène. De nombreuses variétés de plusieurs provenances ont été examinées depuis la publication du premier volume de mon Manuel de Minéralogie. Toutes ces variétés, qui ne diffèrent chimiquement des *bronzites* que par leur grande teneur en oxyde ferreux (de 15 à 21 p. 100), offrent comme elles deux clivages plus ou moins faciles parallèlement aux faces d'un prisme de 93°, un clivage facile parallèle au plan qui passe par les petites diagonales des bases et un clivage difficile parallèle au plan qui contient les grandes diagonales. Elles sont caractérisées par une couleur brune plus ou moins foncée, un dichroïsme très-marqué à la loupe dichroscopique, et des reflets métalloïdes rouges plus ou moins prononcés sur le clivage facile. Leurs axes optiques, très-écartés, sont compris dans le plan des petites diagonales et offrent une dispersion sensible avec $\rho > v$. La bissectrice *aiguë*

est *négative* et normale au plan des grandes diagonales des bases. L'écartement varie beaucoup suivant les échantillons. La détermination de l'indice moyen dans quelques variétés et celle de l'angle apparent des axes dans l'huile à la température ordinaire, entre 15° et 20° C. m'a donné :

$$2H = 85^\circ\ 39' \quad \beta = 1.69$$
$$\text{d'où } 2V = 72^\circ\ 16' \ 2E = 170^\circ\ 27' \text{ rayons rouges,}$$
$$2H = 84^\circ\ 9' \text{ rayons jaunes,}$$

variété ordinaire brun-noir, à reflets cuivrés prononcés sur le clivage facile, difficilement fusible en émail noir magnétique, de la côte du Labrador.

$$2H = \begin{cases} 81^\circ\ 0'\ 30'' \text{ rayons rouges.} \\ 80^\circ\ 40' \text{ rayons jaunes,} \end{cases}$$

variété à lames un peu courbes, d'un gris brun, à reflets métalloïdes peu marqués sur le clivage facile, difficilement fusible en émail noir très-magnétique, du Labrador.

$$2H = \begin{cases} 87^\circ\ 38' \text{ rayons rouges,} \\ 86^\circ\ 0' \text{ rayons jaunes.} \end{cases}$$

variété en grandes lames courbes, à reflet rouge cuivreux prononcé sur le clivage facile, du Labrador.

$$2H = 77^\circ\ 14' \text{ à } 77^\circ\ 30' \text{ rayons rouges,}$$

variété en masses laminaires brunes se clivant bien suivant les faces du prisme de 93°, à reflet métalloïde bronzé sur le clivage facile, difficilement fusibles en verre noir magnétique et pénétrées de péridot granulaire vert foncé, du Labrador.

$$2H = 72^\circ\ 29' \text{ rayons rouges,}$$

variété en masses laminaires, également pénétrée de péridot, pa-

raissant plus altérée et offrant sur le clivage facile un reflet plus jaune et plus bronzé que la précédente, du Labrador (?).

$$2H = 78^\circ\ 39'\ 30''$$ rayons rouges,

variété brun-noir, offrant un clivage facile très-net à reflet métalloïde brun-rougeâtre prononcé, fusible en verre noir magnétique, du Labrador.

$$2H = 69^\circ\ 59'$$ rayons rouges,

variété en masses laminaires d'un brun noirâtre, à reflet métalloïde rougeâtre peu prononcé sur le clivage facile, difficilement fusible en émail noir magnétique, formant avec *diallage* gris-verdâtre et labradorite blanc une belle hypérite, du Labrador.

$$2H = 74^\circ\ 57'\ 30''$$ rayons rouges,

variété en petites masses gris-verdâtre offrant un reflet métalloïde peu prononcé sur le clivage facile et disséminées dans une hypérite à base de labradorite, d'Igalikko (Groënland).

$$2H = 69^\circ\ 14'$$ rayons rouges,

variété en petites masses brunes à reflet rougeâtre sur le clivage facile, difficilement fusibles en verre noir magnétique, disséminées dans un labradorite grisâtre de Finlande.

$$2H = 92^\circ\ 10'$$ rayons rouges,

variété en petites masses laminaires brun-noir à reflet métalloïde brun-rougeâtre peu prononcé sur le clivage facile, difficilement fusibles en émail noir magnétique, associées en faible proportion à une diallage dominante, dans une hypérite à base de labradorite blanc, de Penig en Saxe. La diallage est à peine discernable de l'hypersthène par sa couleur et son éclat, mais elle s'en distingue facilement par un beau système d'anneaux excentrés qu'elle montre

à travers des lames enlevées suivant son clivage facile, et par sa fusibilité en verre vert foncé non magnétique.

$$2H = 98° 26' \text{ rayons rouges,}$$

belle masse laminaire à reflet cuivré sur le clivage facile, difficilement fusible en émail noir magnétique, de Stavanger en Norwége.

$$2H = 98° 22' \quad \beta = 1.695$$
$$\text{d'où } 2V = 81° 46' \text{ rayons rouges,}$$

variété en masses laminaires brunes à reflet métalloïde peu prononcé sur le clivage facile, fortement dichroïtes, très-difficilement fusibles en scorie vert bouteille *non magnétique*, de Farsund en Norwége. Cette variété est la seule qui ne donne pas de verre magnétique au chalumeau; par le grand écartement de ses axes optiques et par sa composition, elle paraît indiquer un passage des hypersthènes aux bronzites; mais elle se fait surtout remarquer par la forte proportion d'alumine qu'elle renferme. Son analyse a fourni à M. Pisani :

		Oxygène.	
Silice	48,40	.....	25,80
Oxyde ferreux	15,14	3,37	14,22
Magnésie	25,79	10,31	
Chaux	1,90	0,54	
Alumine	9,11	4,24	
Perte au feu	0,60		
	100,94		

Dureté = 6,5 Densité = 3,351.

J'ai encore constaté les caractères de l'hypersthène, mais sans mesurer l'écartement des axes optiques :

1° dans de petites lames brunes, à reflet cuivré sur le clivage facile, disséminées au milieu d'une diallage d'un aspect et d'une

couleur presque identiques, dans une hypérite de la Prese en Valteline, analogue à celle de Penig en Saxe;

2° dans une variété brune, à reflets médiocrement cuivrés, de Hitteröe en Norwége (collection du Polytechnicum de Zürich);

3° dans une variété brune d'Egeröe, Egersund, en Norwége;

4° dans une variété brune à reflets bronzés, en lames contournées, de Svalestad, Egersund, en Norwége.

Ces quatre dernières variétés sont fortement dichroïtes et fondent difficilement en émail noir magnétique.

Dans une lame du Labrador, normale à la bissectrice *aiguë*, l'élévation de la température ne m'a paru produire aucun changement appréciable sur l'angle des axes optiques.

+ HYPOSULFATE DE SOUDE (dithionate de soude); $Na\,O, S^2\,O^5 + 2\,Aq$. Prisme rhomboïdal droit de 90° 18′.

$b : h :: 1000 : 424,876 \quad D = 708,955 \quad d = 705,253.$

Clivage très-facile suivant les faces du prisme primitif. De beaux cristaux, obtenus dans le laboratoire de M. Wurtz, offraient la combinaison ordinaire des formes m, h^1, a^1, $b^{1/2}$, $x = (b^1\, b^{1/3}\, g^1)$ + e_3; ils m'ont donné les incidences suivantes, s'accordant à quelques minutes près avec celles qui ont été publiées par MM. Heeren, Grailich et Victor von Lang (*Annales de Poggendorff*, t. VII, p. 76, et *Untersuchungen über die physicalischen, etc. Sitzungsberichte* de l'Académie des Sciences de Vienne, t. XXVII, p. 3, nov. 1857).

Incidences calculées.	Incidences observées.
mm = 90° 18′ avant	90° 21′
* mm = 89° 42′ côté	89° 42′
mh^1 = 135° 9′	135° 8′
$a^1 h^1$ adjacente = 121° 4′	121° 2′
* $a^1 h^1$ opposée = 58° 56′	58° 56′
$a^1 a^1$ adjacent = 117° 52′	//

Incidences calculées.	Incidences observées.
$b^{1/2} m = 130° 21'$	$130° 29'$ moyenne
$b^{1/2} b^{1/2} = 125° 20'$ côté	„
$h^1 x = 111° 6'$	$110° 51'$
$x x = 137° 48'$ côté	$138° 10'$
$x b^{1/2} = 161° 25'$	$160° 41'$ moyenne
$x a^1 = 134° 15'$	$133° 48'$ moyenne
$b^{1/2} a^1 = 152° 50'$	$153° 40'$
$x x = 88° 30'$ sur a^1	$88° 30'$ moyenne
$b^{1/2} b^{1/2} = 125° 40'$ sur a^1	$126° 10'$
$x m = 139° 30'$	$139° 30'$ moyenne.

Double réfraction assez énergique. Plan des axes optiques parallèle à la base. Bissectrice *aiguë* normale à h^1. Dispersion des axes considérable; $\rho < v$. Deux prismes naturels, formés l'un par une face h^1 et une face m opposée se coupant sous l'angle de 44° 50′ 50″, l'autre par une face h^1 et une face a^1 opposée se coupant sous l'angle de 58° 55′ 42″, m'ont fourni, pour les indices *moyen* et *minimum* :

	Rayons rouges	Rayons jaunes	Rayons bleus
$\beta =$	1.487	1.490	1.495
$\gamma =$	1.481	1.484	1.487

En employant deux prismes composés, l'un de deux faces x, l'autre d'une face h^1 et d'une face m, M. Victor von Lang a trouvé (*Sitzungsberichte* de l'Académie de Vienne, t. XXXVII, p. 379, année 1859) :

	Rayons rouges	Rayons jaunes	Rayons verts
$\alpha =$	1.5158	1.5185	1.5212
$\beta =$	1.4927	1.4953	1.4978
$\gamma =$	1.4803	1.4820	1.4838
2V =	73° 26′	75° 16′	76° 29′
2E =	126° 21′	131° 52′	135° 58′

Des mesures directes avaient donné à MM. Grailich et von Lang :

$$2H = \begin{cases} 74^\circ\ 49' \\ 77^\circ\ 23' \end{cases} \text{ d'où } 2E = \begin{cases} 126^\circ\ 38' \text{ ray. rouges.} \\ 134^\circ\ 40' \text{ ray. bleus.} \end{cases}$$

En opérant sur des lames de diverses épaisseurs normales à la bissectrice *aiguë* et sur plusieurs plages d'une même lame, j'ai observé que l'écartement apparent dans l'air variait assez peu et j'ai obtenu, entre 15° et 20° C.

$$2E = \begin{cases} \left.\begin{array}{lll} 125^\circ\ 56', & 125^\circ\ 59', & 126^\circ\ 0' \\ 126^\circ\ 18', & 126^\circ\ 24', & 126^\circ\ 29' \end{array}\right\} \text{ rayons rouges,} \\ \left.\begin{array}{lll} 126^\circ\ 50', & 128^\circ\ 4', & 127^\circ\ 51' \\ 127^\circ\ 29', & 127^\circ\ 51', & 127^\circ\ 46' \end{array}\right\} \text{ rayons jaunes,} \\ \left.\begin{array}{lll} 138^\circ\ 22', & 138^\circ\ 16', & 137^\circ\ 41' \\ 138^\circ\ 49', & 138^\circ\ 15', & 138^\circ\ 17' \end{array}\right\} \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

Connaissant l'indice moyen, j'ai mesuré, comme vérification, l'angle que les axes font entre eux lorsqu'ils sont vus à travers les faces clivées du prisme de 90° 18′ et j'ai trouvé :

$$2\theta = 65^\circ\ 42'$$
$$\text{d'où } 2V = 73^\circ\ 38' \quad 2E = 126^\circ\ 4' \text{ rayons rouges[1],}$$
$$2\theta = 67^\circ\ 22'$$
$$\text{d'où } 2V = 74^\circ\ 46' \quad 2E = 129^\circ\ 33' \text{ rayons jaunes,}$$
$$2\theta = 71^\circ\ 33'$$
$$\text{d'où } 2V = 77^\circ\ 36' \quad 2E = 139^\circ\ 2' \text{ rayons bleus.}$$

Une lame mince, bien normale à la bissectrice *aiguë*, chauffée jusqu'à 70° ou 75° C. ne m'a paru éprouver aucun changement appréciable dans l'écartement de ses axes optiques.

[1] Les valeurs de 2V ont été calculées au moyen des relations bien connues : $V = \mu - r$; $\sin r = \frac{\sin i}{\beta}$; $i = \mu - \theta$, dans lesquelles μ désigne le demi-angle des normales aux faces à travers lesquelles sont vus les axes dans l'air, θ le demi-angle apparent des axes, i l'angle d'émergence d'un axe ou angle d'incidence, et r l'angle de réfraction.

+ Karsténite (anhydrite). Trois séries d'observations, faites en diverses plages d'une lame naturelle de clivage bien normale à la bissectrice *aiguë*, ne m'ont présenté que quelques anomalies dues à la difficulté du pointage dans les hautes températures où l'opération doit être menée rapidement, et elles prouvent que la chaleur est à peu près sans influence sur l'écartement apparent des axes optiques de ce minéral. J'ai obtenu, pour les rayons rouges :

Première série.

$$2E = \begin{cases} 71^\circ\ 42' \text{ à } 6^\circ.6 \text{ C.} \\ 71^\circ\ 44' \text{ à } 95^\circ.5 \end{cases}$$

Deuxième série.

$$2E = \begin{cases} 71^\circ\ 32' \text{ à } 4^\circ.5 \text{ C.} \\ 71^\circ\ 34' \text{ à } 146^\circ.5 \end{cases}$$

Troisième série.

$$2E = \begin{cases} 71^\circ\ 24' \text{ à } 6^\circ.6 \text{ C.} \\ 71^\circ\ 14' \text{ à } 146^\circ.5 \end{cases}$$

— Knebélite de Danemora. Masses laminaires à grandes lames enchevêtrées irrégulièrement, offrant des clivages imparfaits, au moins dans trois directions, et des plans de séparation dans deux autres directions avec des incidences qui ne paraissent pas bien constantes. Les lames très-minces sont transparentes, d'un gris verdâtre et légèrement dichroïtes. Les axes optiques s'ouvrent dans un plan parallèle à un des plans de séparation, et les anneaux semblent disposés symétriquement autour de la bissectrice *aiguë*, avec une dispersion sensible qui indique $\rho > v$. $2E = 115$ à 120°, pour la lumière blanche. La substance a la composition d'une téphroïte ferrifère, d'après l'analyse de M. Hermann publiée dans mon Manuel de Minéralogie, et d'après celle plus récente de M. Pisani, qui a fourni :

Silice	29,50
Oxyde manganeux	30,07
Oxyde ferreux	36,95
Magnésie	1,70
Alumine	1,72
Chaux	0,18
	100,12

Densité = 3,93,

— KUPHOÏTE (Breithaupt); cyphoïte. Cette substance rare, que j'ai placée dans mon Manuel de Minéralogie à la suite de la *pholérite,* quoiqu'on ne connaisse pas encore sa composition, se rapproche optiquement des micas. Comme eux, elle offre une double réfraction assez énergique, une bissectrice *négative* normale au plan de clivage des lames, des axes optiques faisant entre eux un angle variable avec les échantillons et même avec les plages d'un même échantillon et une dispersion à peu près nulle. Une lame assez transparente, couleur *feuille morte,* m'a donné $2E = 59° 21'$ pour les rayons rouges. Cet angle ne paraît pas sensiblement influencé par une élévation de température portée jusqu'à 75° C.

Chauffée avec du nitrate de cobalt, la substance devient gris-blanchâtre, sans trace de bleu; dans le matras elle décrépite, dégage de l'eau empyreumatique, noircit et devient opaque; au chalumeau, elle blanchit et fond assez difficilement en émail blanc bulleux. Comme on le voit, ces caractères se rapportent plutôt à un silicate de magnésie hydraté qu'à une pholérite.

— LANTHANITE (carbonate de lanthane). Prisme rhomboïdal droit de 92° 46' (Vict. von Lang). Des lames minces de Canton Mine, état de Georgia, fortement aplaties suivant la base, offrent ordinairement la combinaison des formes m, h^1, p, $b^{1/2}$, avec $b^{1/2} b^{1/2} = 105° 12'$ sur m.

$b : h :: 1000 : 653,210 \quad D = 723,971 \quad d = 689,830,$

Axes optiques écartés, s'ouvrant dans un plan parallèle à h^1; bissectrice normale à la base. Dispersion des axes faible, indiquant $\rho > v$.

— LEADHILLITE. La chaleur paraît exercer une très-forte influence sur l'écartement apparent des axes optiques, et produire dans la substance des mouvements moléculaires très-brusques.

Une bonne plaque assez épaisse m'avait donné, à 15° C.

$$2E = \begin{cases} 20^\circ\ 32' \text{ rayons rouges,} \\ 22^\circ\ 22' \text{ rayons bleus;} \end{cases}$$

en la chauffant dans l'étuve du microscope, j'ai trouvé, pour les rayons rouges :

$$2E = \begin{cases} 20^\circ\ 28' & \text{à } 21^\circ.5 \text{ C.} \\ 19^\circ\ 6' & \text{à } 28^\circ.5 \\ 6^\circ\ 46' & \text{à } 47^\circ \\ 6^\circ\ 28' & \text{à } 71^\circ.5 \\ 6^\circ\ 6' & \text{à } 95^\circ.5 \\ 0^\circ \text{ environ} & \text{à } 121^\circ; \end{cases}$$

mais à cette dernière température la plaque est devenue subitement opaque.

Une seconde lame très-mince m'a fourni, en deux plages différentes, pour les rayons rouges :

Première plage.

$$2E = \begin{cases} 20^\circ\ 54' & \text{à } 12^\circ \text{ C.} \\ 15^\circ\ 52' & \text{à } 26^\circ.5 \\ 8^\circ\ 46' & \text{à } 47^\circ \\ 8^\circ\ 36' & \text{à } 71^\circ.5 \\ 8^\circ\ 20' & \text{à } 95^\circ.5 \\ 8^\circ\ 20' & \text{à } 121^\circ \\ 0^\circ \text{ environ} & \text{à } 146^\circ.5 \end{cases}$$

Deuxième plage.

$$2E = \begin{cases} 23^\circ\ 16' & \text{à } 12^\circ \text{ C.} \\ 21^\circ\ 7' & \text{à } 21^\circ.5 \\ 20^\circ\ 16' & \text{à } 26^\circ.5 \\ 10^\circ\ 22' & \text{à } 47^\circ \\ 9^\circ\ 42' & \text{à } 71^\circ.5 \\ 9^\circ\ 36' & \text{à } 121^\circ \\ 8^\circ\ 34' & \text{à } 170^\circ.8 \\ 8^\circ\ 26' & \text{à } 175^\circ.8 \end{cases}$$

Une troisième lame mince a donné en une bonne plage, pour les rayons rouges :

$$2E = \begin{cases} 20^\circ\ 28' \text{ à } 21^\circ.5 \text{ C.} \\ 20^\circ\ 6' \text{ à } 26^\circ.5 \\ 18^\circ\ 50' \text{ à } 47^\circ \\ 16^\circ\ 58' \text{ à } 71^\circ.5 \\ 15^\circ\ 6' \text{ à } 95^\circ.5 \\ 14^\circ\ 14' \text{ à } 100^\circ.5 \end{cases}$$

— LEUCOPHANE. La chaleur n'a qu'une très-faible action sur l'angle apparent des axes optiques, qu'elle tend à diminuer légèrement. J'ai trouvé, sur une bonne lame de clivage normale à la bissectrice *aiguë*, pour les rayons rouges :

$$2E = \begin{cases} 75^\circ\ 42' \text{ à } 12^\circ \text{ C.} \\ 75^\circ\ 40' \text{ à } 26^\circ.5 \\ 75^\circ\ 30' \text{ à } 71^\circ.5 \\ 74^\circ\ 56' \text{ à } 95^\circ.5 \\ 74^\circ\ 36' \text{ à } 180^\circ.8 \end{cases}$$

— LIBÉTHÉNITE. De nouvelles observations me permettent de compléter les renseignements consignés dans mon deuxième Mémoire. Deux lames à peu près normales, l'une à la bissectrice *aiguë*, l'autre à la bissectrice *obtuse*, montrent dans l'huile une double réfraction énergique, une dispersion notable, et un écartement des axes variable suivant les plages, par suite d'enchevêtrements intérieurs irréguliers. Elles m'ont fourni, entre 15° et 20° C.

$$2H_a = \begin{cases} 101^\circ\ 42' \\ 101^\circ\ 8' \\ 99^\circ\ 59' \end{cases} \qquad 2H_o = \begin{cases} 127^\circ\ 47' \text{ ray. rouges,} \\ 128^\circ\ 56'\ 40'' \text{ ray. jaunes,} \\ 130^\circ\ 22'\ 40'' \text{ ray. bleus.} \end{cases}$$

On peut déduire de ces nombres les valeurs approximatives suivantes :

$$2V = \begin{cases} 81^\circ\ 38' \\ 81^\circ\ 8' \\ 80^\circ\ 20' \end{cases} \quad \beta = \begin{cases} 1.739 \text{ rayons rouges,} \\ 1.743 \text{ rayons jaunes,} \\ 1.755 \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

L'angle des axes optiques ne paraît pas modifié lorsqu'on élève la température jusqu'à 75° C. environ.

— MANNITE. Prisme rhomboïdal droit de 129° 29′ (Schabus). Clivage parfait suivant g^1, moins net suivant h^1; traces suivant la base. Les cristaux que j'ai examinés n'offraient que des prismes verticaux fortement cannelés, indéterminables, et un biseau $e^{3/2}$ inobservé par Schabus, placé sur les angles solides aigus du prisme primitif et donnant : $g^1\ e^{3/2} = 109^\circ\ 36'$ (109° 7′ calculé); $e^{3/2}\ e^{3/2}$ adj. = 141° 53′ (141° 46′ calculé).

Double réfraction énergique. Plan des axes optiques parallèle à h^1; bissectrice *aiguë* normale à g^1; dispersion très-faible indiquant $\rho > v$. J'ai trouvé sur une bonne lame produite par le clivage parfait parallèle à g^1, à 23° C.

$$2E = \begin{cases} 71^\circ\ 50' \text{ rayons rouges,} \\ 71^\circ\ 48' \text{ rayons jaunes,} \\ 71^\circ\ 22' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

L'écartement des axes optiques varie un peu suivant les plages d'une même plaque, par suite des accolements à axes imparfaitement parallèles des nombreuses aiguilles dont se composent les cristaux. Il augmente assez notablement avec la température, pour qu'une lame noyée dans la térébenthine entre deux lames de verre et chauffée à 75° C. environ, laisse voir au microscope, à 45° du plan de polarisation, le mouvement de recul de ses deux hyperboles.

+ MÉSOTYPE. La chaleur diminue légèrement l'écartement apparent des axes optiques, comme le prouvent les nombres

suivants obtenus sur une lame d'Auvergne un peu oblique à la bissectrice :

$$2E = \left\{ \begin{array}{l} 98^\circ\ 33' \text{ à } 8^\circ.8\ \text{C.} \\ 98^\circ\ 0' \text{ à } 21^\circ.5 \\ 97^\circ\ 10' \text{ à } 47^\circ \\ 97^\circ\ 2' \text{ à } 56^\circ.5 \\ 96^\circ\ 54' \text{ à } 86^\circ \\ 96^\circ\ 0' \text{ à } 100^\circ.5 \\ 95^\circ\ 0' \text{ à } 105^\circ.5 \end{array} \right\} \text{rayons rouges.}$$

La *Savite* de Meneghini a été réunie, dans mon Manuel de Minéralogie, à la mésotype, dont elle ne paraît être qu'une variété magnésienne. M. Quint. Sella avait déjà fait voir que ses cristaux offraient des formes et des incidences identiques à celles de la mésotype. J'ai reconnu depuis que la même identité existait pour les propriétés optiques biréfringentes; car, dans une lame polie perpendiculairement à la longueur d'une aiguille de Savite, j'ai observé deux axes optiques écartés d'environ 100° autour d'une bissectrice *positive* parallèle à l'arête verticale du prisme de 91°.

— Micas. Dans toutes les variétés où l'angle des axes optiques est supérieur à 20°, la dispersion est sensible et les bordures des hyperboles, aussi bien que la mesure directe de l'écartement, indiquent toujours $\rho > v$, que les axes soient compris dans le plan des *grandes* ou dans le plan des *petites* diagonales des bases du prisme primitif. Toutes ces variétés, dans la composition desquelles la potasse entre généralement comme base dominante, paraissent donc appartenir à deux espèces chimiquement et géométriquement isomorphes, mais optiquement distinctes. En effet, d'une part, on ne peut guère admettre, comme l'avait proposé Grailich en s'appuyant sur l'existence fréquente d'un rhombe de 120° marqué par les traces du clivage g^2 sur la base de la forme primitive, que le plan des axes optiques est toujours parallèle au plan des grandes diagonales; il faudrait alors supposer dans cer-

tains échantillons, parallèlement à h^1, un clivage secondaire, qui ne s'est montré jusqu'ici que suivant les faces m, g^2 et g^1, et l'on serait obligé d'attribuer une constitution par trop complexe à certaines lames hexagonales maclées, de Schlaggenwald, qui se composent de couches concentriques, dont les unes ont leurs axes orientés dans un plan *parallèle* et les autres dans un plan *perpendiculaire* aux côtés de l'hexagone. D'autre part, aucun des cristaux d'une même espèce dérivant du système rhombique ou clinorhombique et dont les axes optiques s'ouvrent dans deux plans rectangulaires entre eux, ne présente la même dispersion dans les deux sens.

L'action de la chaleur est la même sur tous les micas, et elle tend à diminuer légèrement l'angle apparent des axes, quelle que soit leur orientation. En opérant à des températures variées, j'ai obtenu les résultats suivants.

Première lame :

$$2E = \left\{ \begin{array}{l} 70^\circ\ 46' \text{ rayons rouges} \\ 70^\circ\ 34' \text{ rayons bleus} \end{array} \right\} \text{ à } 12^\circ \text{ C.}$$

Deuxième lame :

$$2E = \left\{ \begin{array}{l} 70^\circ\ 4' \text{ à } 6^\circ.6 \text{ C.} \\ 69^\circ\ 42' \text{ à } 47^\circ \\ 69^\circ\ 32' \text{ à } 71^\circ.5 \\ 69^\circ\ 29' \text{ à } 95^\circ.5 \\ 69^\circ\ 22' \text{ à } 12^\circ \\ 68^\circ\ 56' \text{ à } 155^\circ.8 \end{array} \right\} \text{ rayons rouges,}$$

mica blanc argentin, facilement clivable suivant les faces d'un prisme de 120° et suivant le plan qui contient les *petites* diagonales des bases, ayant ses axes optiques orientés dans ce plan, et provenant d'une pegmatite des environs d'Alger.

Première lame :

$$2E = \left\{ \begin{array}{l} 70^\circ\ 29' \text{ rayons rouges} \\ 69^\circ\ 57' \text{ rayons bleus} \end{array} \right\} \text{ à } 12^\circ \text{ C.}$$

Deuxième lame :

$$2E = \begin{cases} 69° 44' \text{ à } 6°.6 \text{ C.} \\ 69° 32' \text{ à } 47° \\ 69° 4' \text{ à } 71°.5 \\ 68° 56' \text{ à } 95°.5 \\ 68° 38' \text{ à } 121° \\ 68° 17' \text{ à } 146°.5 \\ 68° 15' \text{ à } 170°.8 \\ 68° 5' \text{ à } 185°.8 \end{cases} \text{ rayons rouges,}$$

mica incolore du New-Hampshire, ayant ses axes optiques compris dans le plan des petites diagonales des bases.

Première lame :

$$2E = \begin{cases} 76° 35' \text{ rayons rouges} \\ 76° 15' \text{ rayons bleus} \end{cases} \text{ à } 12° \text{ C.}$$

Deuxième lame :

$$2E = \begin{cases} 76° 50' \text{ à } 6°.6 \text{ C.} \\ 76° 24' \text{ à } 47° \\ 76° 16' \text{ à } 71°.5 \\ 76° 7' \text{ à } 95.5° \\ 75° 58' \text{ à } 105°.5 \\ 75° 50' \text{ à } 121° \\ 75° 32' \text{ à } 125° \\ 75° 30' \text{ à } 146°.5 \\ 75° 10' \text{ à } 170°.8 \end{cases} \text{ rayons rouges,}$$

mica rose de Goshen, États-Unis, ayant ses axes optiques orientés dans le plan des grandes diagonales des bases.

$$2E = \begin{cases} 75° 54' \text{ à } 6°.6 \text{ C.} \\ 75° 22' \text{ à } 26°.5 \\ 75° 6' \text{ à } 71°.5 \\ 74° 44' \text{ à } 95°.5 \\ 74° 12' \text{ à } 146°.5 \end{cases} \text{ rayons rouges,}$$

mica rose des États-Unis, sans faces propres à fixer l'orientation des axes optiques, analysé par Vauquelin.

Les micas à axes rapprochés (écartement compris entre 2° ou 3° et 20°), qui sont en général fortement magnésiens, offrent pour la plupart une dispersion nulle ou douteuse; c'est notamment le cas pour tous les cristaux si nets, blancs, jaunes, bruns ou verts, de la Somma. Cependant, dans un certain nombre d'échantillons, elle est appréciable malgré sa faiblesse par les bordures des hyperboles et par la mesure de l'écartement des axes correspondant aux rayons rouges et aux rayons bleus; on trouve ainsi, tantôt $\rho > v$ tantôt $\rho < v$, sans qu'on puisse établir de relation entre le sens de la dispersion et l'orientation du plan des axes optiques [1]. Quant à la chaleur, son effet est toujours de rapprocher les axes, mais il est plus ou moins prononcé suivant les variétés. Voici quelques-uns des résultats que j'ai obtenus.

1° Dispersion sensible; $\rho > v$.

Mica brun verdâtre de Sibérie; plan des axes optiques parallèle à h^1 :

$$2E = \begin{cases} 19^\circ\ 29' \text{ rayons rouges} \\ 19^\circ\ 5' \text{ rayons bleus} \end{cases} \text{à } 17^\circ \text{ C.}$$
$$\quad\ \ 17^\circ\ 28' \text{ rayons rouges, à } 170^\circ.8$$

Mica vert noirâtre de Greenwood furnace, Monroe, état de New-York; plan des axes parallèle à g^1 :

$$2E = \begin{cases} 21^\circ\ 14' \text{ rayons rouges} \\ 20^\circ\ 52' \text{ rayons bleus} \end{cases} \text{à } 21^\circ.5 \text{ C.}$$
$$\quad\ \ 19^\circ\ 44' \text{ rayons rouges, à } 146^\circ.5$$

[1] Les cristaux que j'avais pu examiner, jusqu'à l'époque de la publication de mon Manuel de Minéralogie, m'avaient conduit à admettre qu'on avait $\rho > v$ lorsque les axes optiques étaient compris dans le plan des grandes diagonales et $\rho < v$ lorsqu'ils étaient compris dans le plan des petites diagonales des bases; mais depuis, de nouveaux exemplaires m'ont démontré que cette relation n'était nullement constante.

Mica brun foncé, de localité inconnue; plan des axes parallèle à h^1:

$$2E = \begin{cases} 18^\circ\ 34' \text{ à } 17^\circ \text{ C.} \\ 18^\circ\ 18' \text{ à } 180^\circ.8 \end{cases} \text{ rayons rouges.}$$

2° Dispersion sensible; $\rho < v$.

Mica gris verdâtre de Norwége(?); plan des axes parallèle à h^1:

$$2E = \begin{cases} \left.\begin{array}{l} 19^\circ\ 16' \text{ rayons rouges} \\ 19^\circ\ 32' \text{ rayons bleus} \end{array}\right\} \text{ à } 17^\circ \text{ C.} \\ 17^\circ\ 54' \text{ rayons rouges, à } 195^\circ.8 \end{cases}$$

Mica verdâtre, de localité inconnue; plan des axes parallèle à h^1:

$$2E = \begin{cases} \left.\begin{array}{l} 16^\circ\ 13' \text{ rayons rouges} \\ 18^\circ\ 27' \text{ rayons bleus} \end{array}\right\} \text{ à } 21^\circ.5 \text{ C.} \\ 14^\circ\ 40' \text{ rayons rouges, à } 195^\circ.8 \end{cases}$$

Mica magnésien blond de Sibérie (regardé par Biot comme à un axe), analysé par Vauquelin; plan des axes parallèle à g^1 (?):

$$2E = \begin{cases} \left.\begin{array}{l} 20^\circ\ 8' \text{ rayons rouges} \\ 21^\circ\ 16' \text{ rayons bleus} \end{array}\right\} \text{ à } 14^\circ \text{ C.} \\ 17^\circ\ 26' \text{ rayons rouges, à } 146^\circ.5 \end{cases}$$

Mica blond d'Oxbow, New-York; plan des axes parallèle à g^1:

$$2E = \begin{cases} \left.\begin{array}{l} 14^\circ\ 3' \text{ rayons rouges} \\ 14^\circ\ 46' \text{ rayons bleus} \end{array}\right\} \text{ à } 21^\circ.5 \text{ C.} \\ 13^\circ\ 28' \text{ rayons rouges, à } 180^\circ.8 \end{cases}$$

Mica blond du Canada; plan des axes parallèle à h^1:

$$2E = \begin{cases} \left.\begin{array}{l} 15^\circ\ 37' \text{ rayons rouges} \\ 16^\circ\ 17' \text{ rayons bleus} \end{array}\right\} \text{ à } 17^\circ \text{ C.} \\ 14^\circ\ 46' \text{ rayons rouges, à } 170^\circ.8 \end{cases}$$

Mica en petite lame hexagonale à reflet cuivré, de localité inconnue; plan des axes parallèle à h^1 :

$$2E = \begin{cases} 14^\circ\ 6' \text{ rayons rouges} \\ 14^\circ\ 38' \text{ rayons bleus} \end{cases} \text{à } 17^\circ \text{ C.}$$
$$ \quad 13^\circ\ 54' \text{ rayons rouges, à } 170^\circ.8$$

Mica brun foncé des Indes (exposition universelle de 1855); plan des axes parallèle à h^1. Dispersion indiquée seulement par les bordures des hyperboles, l'écartement ne pouvant être mesuré pour les rayons bleus. Action de la chaleur à peu près nulle :

$$2E = \begin{cases} 22^\circ\ 35' \text{ à } 17^\circ \text{ C.} \\ 22^\circ\ 26' \text{ à } 180^\circ.8 \end{cases} \text{rayons rouges}$$

3° Dispersion nulle ou douteuse.

Mica vert de la Somma; plan des axes parallèle à g^1 :

$$2E = \begin{cases} 12^\circ\ 3' \text{ rayons rouges} \\ 12^\circ\ 1' \text{ rayons bleus} \end{cases} \text{à } 17^\circ \text{ C.}$$
$$ \quad 11^\circ\ 5' \text{ rayons rouges, à } 170^\circ.8$$

Dans le septième numéro de ses *Mineralogische Notizen*, paru depuis la présentation de mon Mémoire à l'Institut, M. Hessenberg revient à l'opinion, émise autrefois par MM. Marignac et de Kokscharow, que le mica magnésien ou *biotite* de la Somma appartient au système rhomboédrique, et il propose de lui adjoindre quelques autres variétés *réputées* uniaxes, telles que celles de Greenwood furnace et de Sibérie. La principale raison sur laquelle s'appuie ce savant est l'égalité, constatée par de bonnes mesures, des angles que font avec la base les faces désignées dans mon Manuel de Minéralogie par les symboles a^1 [1] et e_2. Quoique

[1] Par suite d'une erreur de calcul qu'une remarque, consignée dans les *Notizen* de M. Hessenberg, m'a fait apercevoir pour la première fois, mon Tableau des incidences du mica contient à la ligne 14, $pa^1 = 125°\ 2'$ au lieu de $99°\ 57'$.

ces micas, examinés au microscope polarisant, offrent à 45° du plan de polarisation une croix à branches séparées par un nombre de degrés bien supérieur à celui que H. de Senarmont et Grailich avaient admis, leur apparence biaxe pourrait *à la rigueur* passer pour accidentelle, comme celle des cristaux d'idocrase, de béryl, de tourmaline, de mellite, etc. à cause de leur dispersion, qui tantôt est complétement nulle, tantôt présente les anomalies que j'y ai signalées; mais, s'il en était ainsi, la séparation des branches de la croix ne devrait pas se faire toujours régulièrement, suivant une direction parallèle ou perpendiculaire à deux côtés de la base hexagonale, c'est-à-dire parallèlement au plan contenant les petites ou les grandes diagonales des bases d'un prisme rhomboïdal voisin de 120°, et leur rapprochement incontestable par la chaleur serait en opposition avec mes expériences sur les cristaux *uniaxes*, rapportées pages 11 et suivantes.

+ Monticellite (péridot blanc), de la Somma.

Deux plaques minces, sensiblement normales aux deux bissectrices *aiguë* et *obtuse*, m'ont offert dans l'huile une dispersion faible et les angles apparents suivants, à 18° C.

	Ray. rouges.	Ray. jaunes.	Ray. bleus.
$2H_a =$	100° 52′	101° 2′	101° 30′
$2H_o =$	111° 28′	111° 13′	110° 43′

On tire de là, comme valeurs *approchées* de l'indice moyen et de l'angle réel des axes optiques :

$$\beta = \begin{cases} 1.657 \\ 1.659 \\ 1.670 \end{cases} \quad 2V = \begin{cases} 86^\circ\ 1' & \text{rayons rouges,} \\ 86^\circ\ 10' & \text{rayons jaunes,} \\ 86^\circ\ 32' & \text{rayons bleus.} \end{cases}$$

+ Olivénite. D'après mes mesures de l'écartement apparent des axes optiques dans l'huile, la bissectrice *négative* nor-

male à g^1, dont j'ai parlé dans mon deuxième Mémoire, est la bissectrice *obtuse;* par conséquent, l'olivénite ne présente avec la libéthénite que le double isomorphisme de la composition et de la forme cristalline, et la position de sa bissectrice *aiguë* correspond à celle de la bissectrice *obtuse* de la libéthénite.

La dispersion des axes est notable et $\rho < v$, mais leur écartement varie suivant les plages d'un même cristal, à cause des enchevêtrements irréguliers qu'on y observe. Deux lames bien normales à la bissectrice *aiguë* m'ont donné, vers 15° C.

Première lame :

$$2H = \begin{cases} 101^\circ\ 36' \text{ rayons rouges} & 1^{re} \text{ plage;} \\ 104^\circ\ 57' \text{ rayons rouges} & \\ 106^\circ\ 43' \text{ rayons jaunes} & 2^e \text{ plage.} \\ 110^\circ\ 31' \text{ rayons bleus} & \end{cases}$$

Deuxième lame :

$$2H = \begin{cases} 105^\circ\ 5' \text{ rayons rouges} \\ 106^\circ\ 6' \text{ rayons jaunes} \\ 109^\circ\ 47' \text{ rayons bleus} \end{cases} \text{bonne plage.}$$

Dans les lames normales à la bissectrice *obtuse* et parallèles à la modification g^1 du prisme de 92° 30', les axes sont si écartés qu'on ne voit pas les anneaux, même dans l'huile.

+ Parasite. Lames très-minces, probablement rhombiques d'après la symétrie des anneaux qu'elles laissent voir dans l'huile au microscope polarisant, enchâssées dans les cristaux de boracite de Lünebourg. La dispersion des axes optiques est très-faible; j'ai trouvé pour leur écartement apparent dans l'huile, à 15° C.

$$2H = \begin{cases} 98^\circ\ 13'\ 40'' \text{ rayons rouges,} \\ 98^\circ\ 9'\ 20'' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

D'après la valeur de l'indice de la boracite que j'ai publiée

page 7, si les axes de la parasite étaient vus à travers la boracite seule, cet écartement serait,

$$2B = \begin{cases} 83^\circ\ 34' \text{ rayons rouges,} \\ 83^\circ\ 36' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

Une élévation de température portée jusqu'à 75° C. environ paraît sans aucune action sur l'angle des axes optiques.

+ Péridot de Torre del Greco. En vérifiant l'écartement des axes optiques sur une lame parallèle à la base du prisme de 119° 12′ et bien normale à la bissectrice *aiguë*, j'ai observé que cet écartement variait un peu suivant les plages et que les deux hyperboles n'étaient pas également nettes. En choisissant la plage où elles étaient le plus nettes à la fois, j'ai trouvé, à 18° C.

	Ray. rouges.	Ray. jaunes.	Ray. bleus.
$2H_a =$	105° 58′	106° 21′	107° 14′

Des nombres $2H = 106^\circ\ 21'$ et $\beta = 1.678$ correspondant aux rayons jaunes, on déduit $2V = 88^\circ\ 54'$, valeur suffisamment voisine de 87° 46′ qui s'obtient à l'aide des trois indices principaux $\alpha = 1.697$, $\beta = 1.678$, $\gamma = 1.661$, dont la détermination a été publiée dans mon Manuel de Minéralogie.

L'angle réel des axes bleus est si voisin de 90°, que leur angle apparent dans l'huile est presque le même autour de la bissectrice *aiguë* qu'autour de la bissectrice *obtuse*. Une lame mince, légèrement oblique à cette seconde bissectrice, m'a en effet donné :

	Ray. rouges.	Ray. jaunes.	Ray. bleus.
$2H_o =$	108° 30′	108° 20′	107° 57′

A l'aide de mon indice β et de l'angle que les axes optiques font dans l'air autour de la bissectrice *aiguë*, lorsqu'ils sont vus

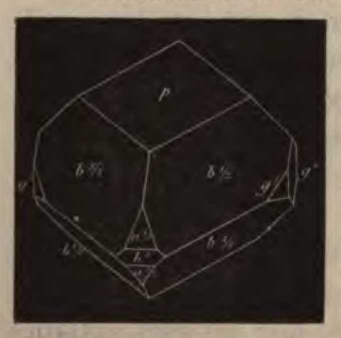
à travers les faces e^1, M. V. von Lang a obtenu pour l'angle réel, dans un cristal de péridot oriental, $2V = 88°$ ray. jaunes[1].

+ Pérowskite. Dans mon deuxième Mémoire, j'ai dit qu'il n'était pas possible d'affirmer de quel côté se trouvait la bissectrice *aiguë*. Cependant, en reprenant le petit parallélipipède taillé sur un échantillon de Zermatt et en l'examinant au microscope horizontal, je me suis assuré que les axes optiques faisaient, autour de la bissectrice *positive*, un angle très-notablement plus petit qu'autour de la bissectrice négative. Malheureusement ce parallélipipède offre des faces trop imparfaitement parallèles entre elles, pour que la mesure de l'écartement des axes qui en émergent m'ait permis de calculer leur écartement réel.

La chaleur augmente cet écartement dans une forte proportion. J'ai trouvé pour les rayons rouges, autour de la bissectrice *positive* :

$$2W = \begin{cases} 87° \ 55' \text{ à } 21°.5 \text{ C.} \\ 88° \ 22' \text{ à } 47° \\ 89° \ 24' \text{ à } 71°.5 \\ 90° \ 36' \text{ à } 95°.5 \\ 91° \ 42' \text{ à } 121° \\ 92° \ 28' \text{ à } 146°.5 \\ 93° \ 6' \text{ à } 170°.8 \end{cases}$$

+ Phosphate de manganèse (Debray); $2MnO, Ph^2O^5 + 7Aq$.



Prisme rhomboïdal droit de 95° 20'. Cristaux offrant la forme dominante d'octaèdres rhomboïdaux profondément basés, dont les angles solides obtus sont remplacés par les faces très-étroites h^1 et $a^{1/2}$ et les angles aigus par le prisme g^3 et la troncature g^1.

[1] *Orientirung der optischen, etc.* troisième mémoire, t. XLV des *Sitzungsberichte* de l'Académie des sciences de Vienne, décembre 1861.

Les diverses incidences et les dimensions qu'on en déduit pour la forme primitive sont :

Angles calculés.	Angles mesurés.
$h^1 g^3 = 118° 46'$	"
$g^1 g^3 = 151° 14'$	152°
$g^3 g^3 = 122° 28'$ sur g^1	"
$p\, a^{1/2} = 115° 54'$	115° 49'
$a^{1/2} a^{1/2} = 128° 12'$ sur h^1	127° 57'
$^*p\, b^{1/2} = 125° 40'$	125° 40'
$p\, b^{1/2} = 54° 20'$ sur $b^{1/2}$	54° 20'
$b^{1/2} b^{1/2} = 108° 40'$ sur m	108° 43'
$b^{1/2} b^{1/2} = 71° 20'$ sur p	71° 23'
$b^{1/2} b^{1/2} = 106° 10'$ côté	106° 35'
$^*b^{1/2} b^{1/2} = 113° 40'$ avant	113° 40'

$b : h :: 1000 : 693{,}662 \quad D = 739{,}239 \quad d = 673{,}442.$

Plan des axes optiques parallèle à la base. Bissectrice *aiguë* normale à h^1. Dispersion des axes très-faible, $\rho < v$. J'ai trouvé approximativement, à 14° C.

$$2E = \begin{cases} 118° 27' \text{ rayons rouges,} \\ 119° 20' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

— POLYBASITE. Prisme rhomboïdal droit très-voisin de 120°. Plan des axes optiques coïncidant avec le plan qui passe par les grandes diagonales des bases. Bissectrice *aiguë* normale à la base. Écartement des axes paraissant très-variable avec les échantillons. La lame où j'ai pu observer le plus nettement l'anneau central et l'hyperbole de chaque système m'a donné, à 16° C. 2E = 88° 15' (lumière blanche); d'autres ont fourni 78° et 62° 44'. C'est sur des lames de Freiberg excessivement minces, à éclat métallique très-prononcé par réflexion, fortement translucides ou transparentes et d'un rouge foncé par transmission, que l'on parvient à constater l'existence de deux

axes assez écartés, situés dans un plan passant par les grandes diagonales des rhombes que forment entre elles les stries fines qui couvrent ordinairement la base. La substance, regardée jusqu'ici comme hexagonale, est donc en réalité rhombique et isomorphe de la *Stéphanite* (sprödglaserz).

Si l'on chauffe, même légèrement, les lames transparentes, elles noircissent et restent à peu près opaques tant qu'elles sont chaudes; ce n'est qu'en revenant à la température ordinaire qu'elles reprennent leur couleur et leur transparence.

+ PREHNITE. Comme je l'ai annoncé dans mon Manuel, les cristaux de presque toutes les localités connues ont leurs axes optiques compris dans le plan des *petites* diagonales des bases, tandis que ceux de Farmington en Connecticut les montrent dans le plan des *grandes* diagonales. Dans les premiers, la dispersion des axes est très-faible et son sens est douteux; ainsi, quoique la plupart des échantillons du Dauphiné semblent annoncer $\rho > v$, les lames de *koupholite* des Pyrénées indiquent nettement $\rho < v$. Dans les seconds, la dispersion est forte, avec $\rho > v$.

La chaleur produit des effets contraires sur les deux variétés; elle diminue légèrement l'écartement des axes dans les cristaux de Farmington où ces axes sont orientés parallèlement à h^1, tandis qu'elle l'augmente dans la *koupholite* dont les axes sont orientés parallèlement à g^1. Un cristal maclé de Farmington m'a donné dans une bonne plage, pour les rayons rouges :

$$2E = \begin{cases} 52°\ 20' \text{ à } 8°.8 \text{ C.} \\ 50°\ 58' \text{ à } 47° \\ 50°\ 28' \text{ à } 121° \end{cases}$$

Une lame bien transparente de *koupholite* m'a fourni pour les mêmes rayons :

$$2E = \begin{cases} 129°\ 48' \text{ à } 8°.8 \text{ C.} \\ 130°\ 12' \text{ à } 121° \\ 131°\ 50' \text{ à } 146°.5 \end{cases}$$

— PYROIDÉSITE. Nom proposé par M. Shepard[1] pour un mica brun de Westchester en Pensylvanie, ayant quelques rapports avec la vermiculite de Milbury. Ce mica se trouve dans une roche de serpentine, en grandes lames hexagonales molles et peu élastiques, offrant un clivage très-facile suivant la base et des clivages assez nets suivant les faces *m* et suivant la troncature g^1 d'un prisme voisin de 120°; elles présentent assez souvent des macles intérieures. La double réfraction y est assez énergique. Les axes optiques, orientés dans le plan des grandes diagonales des bases, paraissent réunis dans quelques plages et séparés dans d'autres plages, avec un écartement variant de 1° ou 2° à 15° ou 16°; leur dispersion est nulle; la chaleur diminue légèrement leur écartement.

A la flamme d'une bougie la substance se gonfle un peu et s'exfolie; au chalumeau elle fond assez facilement en un verre gris verdâtre; dans le matras elle dégage de l'eau empyreumatique.

— PYROPHYLLITE. La chaleur diminue notablement l'angle apparent des axes optiques. Une lame de clivage de l'Oural, offrant des hyperboles assez nettes malgré ses enchevêtrements intérieurs, m'a donné pour les rayons rouges :

$$2E = \left\{ \begin{array}{ll} 110^\circ\ 28' \text{ à } & 17^\circ \text{ C.} \\ 108^\circ\ 20' \text{ à } & 47^\circ \\ 107^\circ\ 18' \text{ à } & 71^\circ.5 \\ 106^\circ\ 36' \text{ à } & 95^\circ.5 \\ 106^\circ\ 26' \text{ à } & 121^\circ \\ 105^\circ\ 30' \text{ à } & 135^\circ \end{array} \right.$$

+ SANTONINE; $C^{30}H^{18}O^{6}$. Prisme rhomboïdal droit de 116° 48'.

[1] La même substance est désignée par M. Brush sous le nom de *Jeffériste*, dans le *American Journal of Sciences and Arts*, t. XLI, mars 1866.

$b : h :: 1000 : 344{,}113 \quad D = 851{,}710 \quad d = 524{,}014.$



Clivage net suivant le plan g^1. Cristaux offrant ordinairement l'aspect de tables rectangulaires plus ou moins épaisses, biselées sur leurs quatre côtés. Les formes que j'ai observées et leurs principales incidences, comparées à celles qui ont été données par M. V. von Lang[1], sont les suivantes :

	Angles calculés.	Angles mesurés.	Formes et incidences observées par M. von Lang.
$m\,m =$	116° 48′ avant.	//	//
$m g^1 =$	121° 36′	121° 15′; 121° 23′	//
$h^3 g^1 =$	107° 6′	106° 56′ moyenne	106° 49′
$h^3 h^3 =$	145° 48′ avant.		145° 48′
$g^5 g^1 =$	132° 42′	132° 40′	//
$*g^3 g^1 =$	140° 54′	140° 54′ bonne moyenne	140° 45′
$g^3 g^3 =$	101° 48′ sur g^1.	102° 13′	//
$e^2 g^1 =$	101° 25′	101° 18′; 101° 23′; 101° 26′.	101° 23′
$*e^1 g^1 =$	112° 0′	112°; 112° 4′; 111° 50′	//
$e^2 e^2 =$	157° 10′ sur p.	//	157° 13′

Plan des axes optiques parallèle au plan des *grandes* diagonales des bases. Bissectrice *aiguë* normale à g^1. Dispersion des axes très-considérable, $\rho < v$. Une bonne lame parallèle à g^1 m'a donné à 17° C.

	Ray. rouges.	Ray. jaunes.	Ray. verts.	Ray. bleus.
2E =	38° 30′	42° 13′	47° 46′	50° 37′

M. von Lang a observé sur ses échantillons,

2E =	34° 50′	45° 30′	61° 30′	//

[1] *Untersuchungen über die physicalischen Verhältnisse krystallisirter Körper*, deuxième mémoire inséré dans le tome XXXI des *Sitzungsberichte, etc.* de l'Académie des Sciences de Vienne, année 1858.

Une élévation de température augmente sensiblement l'angle des axes. J'ai trouvé sur la même lame, pour les rayons rouges :

$$2E = \begin{cases} 38^\circ\ 43' \text{ à } 21^\circ.5 \text{ C.} \\ 39^\circ\ 12' \text{ à } 36^\circ.5 \\ 39^\circ\ 16' \text{ à } 47^\circ \\ 39^\circ\ 28' \text{ à } 71^\circ.5 \\ 39^\circ\ 44' \text{ à } 81^\circ \\ 40^\circ\ 26' \text{ à } 86^\circ \end{cases}$$

+ Scorodite. Une lame mince du Brésil m'a permis de déterminer exactement l'écartement des axes optiques et la grandeur de la dispersion que je n'avais pu qu'indiquer dans mes deux premiers Mémoires. Cet écartement est essentiellement variable dans un même cristal, par suite des enchevêtrements irréguliers qu'on remarque sur la plupart des échantillons et qui déforment souvent les anneaux et les hyperboles. En choisissant une plage à hyperboles très-nettes et où le plan de la lame était parfaitement normal à la bissectrice *aiguë*, j'ai obtenu à 16° C.

$$2H_a = \begin{cases} 76^\circ\ 43'\ 30'' \\ 76^\circ\ 5' \\ 72^\circ\ 44' \end{cases} \text{ d'où } 2E = \begin{cases} 130^\circ\ 58' \text{ rayons rouges,} \\ 129^\circ\ 32' \text{ rayons jaunes,} \\ 122^\circ\ 25' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

La chaleur augmente légèrement l'angle apparent des axes. Une autre plage de la même lame, à axes plus rapprochés et à hyperboles assez nettes, m'a donné dans l'air :

$$2E = \begin{cases} 115^\circ\ 43' \text{ à } 17^\circ \text{ C.} \\ 116^\circ\ 18' \text{ à } 47^\circ \\ 116^\circ\ 56' \text{ à } 76^\circ.5 \end{cases} \text{ rayons rouges.}$$

— Sel de seignette ammoniacal (dextro-tartrate de soude et d'ammoniaque). Une lame épaisse normale à la bissectrice *aiguë*, chauffée jusque vers 75° C. éprouve une augmentation notable dans l'écartement de ses axes optiques.

+ SEL DE SEIGNETTE POTASSIQUE. C'est aussi une forte augmentation dans l'angle apparent de ses axes optiques que ce sel éprouve lorsqu'on élève sa température. Une lame très-légèrement oblique à la bissectrice *aiguë,* donnant à 14° C.

2E = 124° 30′ (ray. rouges) 110° 43′ (ray. bleus).

a fourni pour les rayons rouges :

$$2E = \begin{cases} 124^\circ\ 50' \text{ à } 16^\circ\ C. \\ 126^\circ\ 12' \text{ à } 19^\circ \\ 127^\circ\ 26' \text{ à } 21^\circ.5 \\ 128^\circ\ 44' \text{ à } 26^\circ.5 \\ 130^\circ\ 56' \text{ à } 31^\circ.5 \\ 132^\circ\ 46' \text{ à } 36^\circ.5 \\ 134^\circ\ 10' \text{ à } 47^\circ \\ 134^\circ\ 30' \text{ à } 52^\circ \\ 137^\circ\ 4' \text{ à } 61^\circ.5 \\ 140^\circ\ 20' \text{ à } 71^\circ.5 \end{cases}$$

A cette dernière température, les anneaux et les hyperboles se déforment et l'on ne peut pousser plus loin l'expérience sans altérer la substance.

M. Müttrich a publié, en 1864 un travail étendu sur les variations qu'un changement de température fait subir à la valeur des constantes optiques du sel de Seignette[1]. Ce travail montre, comme je l'ai dit page 24, que de 15° à 45° C. les trois indices principaux éprouvent une diminution très-notable et inégale. Il en résulte, pour l'angle *réel* des axes optiques calculé à l'aide de ces indices et par suite pour leur angle apparent dans l'air, des modifications du même ordre que celles que j'ai constatées directement. Les résultats obtenus par M. Müttrich, pour les rayons

[1] *Bestimmung des Krystallsystems und der optischen Constanten des weinsteinsauren Kali-Natron, etc.* (*Poggendorff's Annalen*, vol. CXXI, p. 193 et 398.)

rouges fournis par un verre monochromatique, sont les suivants :

$\alpha = 1.49641 \quad \beta = 1.49299 \quad \gamma = 1.49117$

d'où $2V = 72^\circ\ 22'$ $\quad 2E = 123^\circ\ 38'$
observé $2V = 72^\circ\ 29'\ 30''$ d'où $2E = 123^\circ\ 57'$ } à 16° C.

$\alpha = 1.49579 \quad \beta = 1.49241 \quad \gamma = 1.49059$

d'où $2V = 72^\circ\ 41'$ $\quad 2E = 124^\circ\ 22'$
observé $2V = 73^\circ\ 2'$ d'où $2E = 125^\circ\ 16'$ } à 20° C.

$\alpha = 1.49500 \quad \beta = 1.49169 \quad \gamma = 1.48985$

d'où $2V = 73^\circ\ 34'$ $\quad 2E = 126^\circ\ 35'$
observé $2V = 73^\circ\ 42'\ 30''$ d'où $2E = 126^\circ\ 56'$ } à 25° C.

$\alpha = 1.49355 \quad \beta = 1.49028 \quad \gamma = 1.48841$

d'où $2V = 74^\circ\ 21'$ $\quad 2E = 128^\circ\ 27'$
observé $2V = 75^\circ\ 3'\ 30''$ d'où $2E = 130^\circ\ 25'$ } à 35° C.

$\alpha = 1.49200 \quad \beta = 1.48886 \quad \gamma = 1.48690$

d'où $2V = 76^\circ\ 46'$ $\quad 2E = 135^\circ\ 11'$
observé $2V = 76^\circ\ 24'\ 30''$ d'où $2E = 134^\circ\ 5'$ } à 45° C.

Comme on le voit, les valeurs de 2E, calculées à l'aide des valeurs observées de 2V [1], s'accordent aussi bien que possible avec les miennes.

On sait que dans les deux sels de Seignette *ammoniacal* et *potassique*, les axes optiques, qui offrent une dispersion considérable et de même sens ($\rho > v$), sont situés dans deux plans rectangulaires entre eux et que la bissectrice *aiguë* du premier est

[1] Les valeurs de 2V, mesurées directement par M. Müttrich, ont été déduites de l'observation des anneaux colorés sur des plaques plongées dans de l'huile de navet chauffée à diverses températures et dont l'indice a été déterminé, pour ces températures, en employant l'indice *moyen* et l'angle *réel* des axes optiques de l'aragonite, d'après la méthode proposée en 1835 par M. Neumann, dans le tome XXXV des Annales de Poggendorff.

normale et de signe contraire à celle du second. Leur isomorphisme chimique et géométrique n'entraine donc pas leur isomorphisme optique, comme l'avait déjà remarqué H. de Senarmont [1], et l'on peut jusqu'à un certain point rapprocher les phénomènes qu'ils présentent de ceux des micas à axes écartés où ces axes s'ouvrent tantôt dans le plan des petites, tantôt dans le plan des grandes diagonales des bases, mais en conservant toujours la même bissectrice.

+ SILLIMANITE. Depuis la publication de mon « Mémoire sur les formes cristallines et les propriétés optiques de la Zoïsite, de la Sillimanite et de la Wöhlérite, etc.[2] » de nouvelles plaques bien transparentes m'ont permis de mesurer l'écartement des axes optiques plus exactement que je ne l'avais fait jusqu'alors. J'ai reconnu ainsi que cet écartement variait un peu avec les cristaux et avec les plages d'un même cristal, et qu'il augmentait notablement lorsqu'on élevait la température.

Une petite lame bien normale à la bissectrice *aiguë* m'a donné vers 18° C.

	Ray. rouges.	Ray. jaunes.	Ray. bleus.
2E =	43° 9′	42° 30′	38° 41′

Une autre lame plus large, offrant des plages transparentes et des plages translucides, a fourni, pour les rayons rouges :

$$2E = \begin{cases} 44°\,4' & \text{à } 12° \text{ C.} \\ 44°\,12' & \text{à } 21°.5 \\ 44°\,28' & \text{à } 47° \\ 45°\,0' & \text{à } 95°.5 \\ 45°\,18' & \text{à } 121° \\ 45°\,54' & \text{à } 146°.5 \\ 46°\,8' & \text{à } 170°.8 \end{cases}$$

— SORBINE ; $C^{12}H^{9}O^{9} + 3\,Aq$. J'ai déjà donné, dans mon

[1] *Annales de chimie et de physique*, 3e série, t. XXXIII.
[2] *Annales des mines*, 5e série, t. XVI, année 1859.

deuxième Mémoire, une mesure approximative de l'écartement apparent des axes optiques et de leur dispersion. Une nouvelle lame très-mince, un peu oblique à la bissectrice *aiguë*, a fourni à 18° C.

	Ray. rouges.	Ray. bleus.
2E =	101° 5′	104° 18′

La différence entre l'écartement des axes rouges et celui des axes bleus est un peu plus faible que celle qui avait été trouvée sur ma première plaque. En chauffant une autre lame jusque vers 65° C. l'angle des axes a paru augmenter d'une petite quantité.

+ SOUFRE. Dans l'huile, la dispersion est notable et $\rho < v$. L'écartement des axes optiques paraît assez constant. Deux plaques, l'une très-mince et très-légèrement oblique à la bissectrice *aiguë*, l'autre mieux normale à cette ligne, mais un peu trop épaisse pour permettre un pointé parfait, m'ont donné à 15° C. pour l'angle apparent dans l'huile :

	Ray. rouges.	Ray. jaunes.	Ray. bleus.	
$2H_a =$	103° 18′	104° 12′	106° 16′	1re plaque,
	103° 36′	104° 9′	105° 36′	2e plaque.

Un prisme de 24° 45′, à faces bien planes et bien miroitantes, mais à arête réfringente légèrement oblique au plan des axes optiques[1], taillé sur un beau cristal de Sicile, m'a fourni pour l'indice moyen à 17° C.

$\beta =$ 2.023 rayons rouges (lithine),
2.029 centre du rouge,
2.043 rayons jaunes (soude),
2.082 rayons bleus.

[1] Deux faces de l'octaèdre $b^{1/2}$, qui ont servi à guider la taille du prisme, font respectivement avec les deux faces travaillées de ce prisme des angles de.

143° 29′ / 142° 40′ } 1re face travaillée. 41° 39′ / 42° 13′ } 2e face travaillée.

L'angle réel des axes optiques, déduit de ces nombres et de l'angle apparent dans l'huile mesuré sur la première plaque, serait,

$$2V = \begin{cases} 69^\circ\ 2' & \text{rayons rouges,} \\ 69^\circ\ 5' & \text{rayons jaunes,} \\ 69^\circ\ 13' & \text{rayons bleus.} \end{cases}$$

M. Cornu a déterminé, de son côté, les trois indices principaux, à l'aide de plusieurs prismes formés par une face naturelle et par une face artificielle et pris sur des cristaux provenant de la cristallisation lente du soufre ordinaire dissous dans le sulfate de carbone. Il a obtenu en moyenne, à 17° C. pour la raie jaune du sodium :

$$\alpha = 2.240 \quad \beta = 2.038 \quad \gamma = 1.958 \quad \text{d'où } 2V = 69^\circ\ 40'.$$

M. Schrauf avait publié, en 1860, dans les *Sitzungsberichte* de l'Académie des Sciences de Vienne, comme résultats moyens d'observations faites, en partie sur des cristaux artificiels, en partie sur des cristaux naturels de Galicie et de Sicile, à 16°.25 C. et pour la raie D, les nombres :

$$\alpha = 2.24052 \quad \beta = 2.03832 \quad \gamma = 1.95047 \quad \text{d'où } 2V = 72^\circ\ 20'.$$

L'accord est donc aussi parfait que possible, pour α et pour β, entre MM. Schrauf et Cornu; leur divergence ne porte que sur γ; mais les valeurs de M. Cornu doivent être les plus exactes, car elles conduisent à un angle *réel* des axes optiques, bien plus voisin du nombre qui se déduit de ma mesure directe dans l'huile que celles de M. Schrauf.

+ STAUROTIDE du Saint-Gothard. L'écartement des axes optiques, qui est très-grand et ne peut être mesuré que dans l'huile (voyez mon Manuel de Minéralogie), subit une diminution sensible lorsqu'on élève la température.

— STILBITE. Une lame chauffée jusque vers 75° C. paraît

éprouver une très-légère augmentation dans l'écartement de ses axes optiques.

— STRONTIANITE (strontiane carbonatée). Comme je l'ai annoncé dans mon deuxième Mémoire, la dispersion des axes optiques est très-faible et $\rho < v$. Leur angle apparent diminue très-légèrement par la chaleur. Une plaque à lames hémitropes, de Clausthal, m'a donné :

1re plage, à 21°.5 C.

$$2E = \begin{cases} 12^\circ\ 17' & \text{rayons rouges,} \\ 12^\circ\ 24' & \text{rayons bleus.} \end{cases}$$

2e plage,

$$2E = \begin{cases} 11^\circ\ 45' \text{ à } 21^\circ.5 \text{ C.} \\ 11^\circ\ 40' \text{ à } 71^\circ.5 \\ 11^\circ\ 32' \text{ à } 95^\circ.5 \\ 11^\circ\ 22' \text{ à } 121^\circ \end{cases} \text{ rayons rouges.}$$

— STRUVITE. Un petit prisme ayant son arête réfringente à peu près normale au plan des axes m'a donné pour l'indice moyen, à 18° C.

$$\beta = \begin{cases} 1.497 & \text{rayons rouges,} \\ 1.502 & \text{rayons jaunes.} \end{cases}$$

L'écartement des axes optiques paraît varier avec les échantillons et augmenter notablement par la chaleur. Une vérification, faite à 12° C. sur la plaque bien normale à la bissectrice *aiguë* qui avait fourni les nombres consignés dans mon deuxième Mémoire, m'a conduit exactement aux mêmes valeurs. Sur une plaque moins parfaite et un peu oblique au plan des axes, j'ai trouvé, pour les rayons rouges :

$$2E = \begin{cases} 41^\circ\ 49' \text{ à } 6^\circ.6 \text{ C.} \\ 43^\circ\ 14' \text{ à } 21^\circ.5 \\ 44^\circ\ 53' \text{ à } 36^\circ.5 \\ 46^\circ\ 4' \text{ à } 47^\circ \\ 48^\circ\ 17' \text{ à } 66^\circ.5 \\ 51^\circ\ 50' \text{ à } 95^\circ.5 \end{cases}$$

M. V. von Lang[1], en opérant sur des cristaux à axes optiques plus écartés, a obtenu $2E = 60^\circ\ 30'$, nombre très-voisin de celui que M. Miller avait admis.

+ Sulfate d'ammoniaque. Des lames de clivage, légèrement amincies et bien normales à la bissectrice *aiguë*, m'ont permis de m'assurer, par la mesure directe de l'angle apparent des axes, du sens de la dispersion que les bordures des hyperboles laissent dans l'incertitude (voir mon deuxième Mémoire). J'ai trouvé vers 18° C.

$$2E = \begin{cases} 87^\circ\ 44' \text{ rayons rouges,} \\ 88^\circ\ 47' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

La température portée jusqu'à 70° C. environ augmente notablement cet angle. Il existe probablement à l'intérieur des cristaux des enchevêtrements irréguliers, car les anneaux et les hyperboles qui les traversent sont souvent déformés.

— Sulfate de protoxyde de cérium. $\dot{C}e\ \ddot{\ddot{S}} + 3\dot{H}$. Ce sel, dont la forme cristalline et l'orientation des axes optiques ont été données dans mon deuxième Mémoire, offre des macles intérieures qui ne permettent pas une mesure exacte de l'écartement apparent dans l'air; mais cette mesure peut s'obtenir facilement dans l'huile. En choisissant une plage nette, dans une lame bien normale à la bissectrice *aiguë*, j'ai obtenu, à 23° C.

$$2H = \begin{cases} 75^\circ\ 43' \\ 75^\circ\ 33'\ 30'' \\ 74^\circ\ 52' \end{cases} \quad \text{d'où } 2E = \begin{cases} 128^\circ\ 14' \text{ rayons rouges,} \\ 128^\circ\ 8' \text{ rayons jaunes,} \\ 127^\circ\ 54' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

— Sulfate d'igasurine (Bouquet). Prisme rhomboïdal droit de 98° 46'. Les seuls cristaux observés jusqu'ici étant des tables hexagonales allongées suivant la petite diagonale des bases et qui

[1] *Untersuchungen über die physicalischen Verhältnisse, etc.* deuxième Mémoire, Vienne 1858.

offrent seulement les faces m, g^1, p, les dimensions de la forme primitive restent indéterminées. Clivage très-facile suivant g^1. Double réfraction très-énergique. Axes optiques très-écartés, compris dans un plan parallèle à la base; bissectrice *aiguë* normale à g^1. Dispersion des axes considérable dans l'huile, montrant $\rho < v$. Par suite d'enchevêtrements intérieurs, les lames de clivage normales à la bissectrice offrent quelquefois, à la place où chacun des axes émerge de ces lames, deux systèmes d'anneaux situés dans le même plan, mais dont les hyperboles sont écartées de 3° à 4° l'une de l'autre. En employant, pour la mesure de l'angle apparent dans l'huile, une lame bien homogène, et pour la détermination de l'indice moyen, un prisme réfringent de 49° 23′ formé par une face m et par une face g^1 opposée, j'ai obtenu à 15° C.

$$2H = 97^\circ\ 51' \quad \beta = 1.603$$
d'où $2V = 87^\circ\ 10'$ rayons rouges,

$$2H = 98^\circ\ 34' \quad \beta = 1.608$$
d'où $2V = 87^\circ\ 34'$ rayons jaunes,

$$2H = 100^\circ\ 36' \quad \beta = 1.620$$
d'où $2V = 89^\circ\ 10'$ rayons bleus.

On remarquera que l'angle réel des axes bleus est si voisin de 90° que très-probablement la bissectrice *aiguë* des axes rouges et jaunes serait la bissectrice *obtuse* des axes correspondant à l'extrémité violette du spectre.

— SULFATE DE MORPHINE; $C^{34}\ H^{19}\ AzO^6,\ SO^3,\ HO + 7Aq$ (Berthelot). Prisme rhomboïdal droit de 92°. Tous les cristaux que j'ai observés offraient la combinaison $m\ g^1\ p\ e^1$ sous forme de tables à six faces, allongées suivant la petite diagonale des bases et tronquées symétriquement par e^1 sur les arêtes $\frac{p}{g^1}$. Les bases sont striées parallèlement à leur intersection avec g^1; les faces m sont arrondies; les faces g^1 sont très-unies. Les incidences des diverses

faces et les dimensions de la forme primitive qu'on en déduit sont :

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$mm =$	92° avant.	//
$^{*}mg^1 =$	134°.	134°
$*e^1g^1 =$	105° 41′.	105° 41′ moyenne
$e^1e^1 =$	148° 38′ sur p ∴.	148° environ

$b : h :: 1000 : 201{,}971 \quad D = 719{,}340 \quad d = 694{,}658$

Double réfraction énergique. Plan des axes optiques parallèle à g^1; bissectrice *aiguë* parallèle à la petite diagonale de la base. Dispersion des axes notable, $\rho > v$. Une petite lame, qui a pu être taillée bien normalement à la bissectrice, m'a donné, à 18° C.

$$2E = \begin{cases} 69^\circ\ 37' \text{ rayons rouges,} \\ 67^\circ\ 55' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

Ces cristaux, que je dois à l'obligeance de M. Bouquet, se sont produits en 1859 dans l'usine de M. Ménier, par l'évaporation spontanée pendant la nuit d'eaux mères qui avaient déjà fourni toute la proportion de sulfate de morphine ordinaire à cinq équivalents d'eau qu'elles pouvaient abandonner à la température du jour.

+ Sulfate de potasse. J'ai annoncé dans mon deuxième Mémoire que la dispersion des axes optiques dans l'air était si faible que son sens restait douteux. En mesurant leur angle apparent dans l'huile où $\rho > v$, je suis arrivé à constater que dans l'air on a au contraire $\rho < v$, comme l'avait indiqué Grailich. Une bonne plaque m'a en effet donné, à 15° C.

$$2H = \begin{cases} 68^\circ\ 3'\ 30'' \\ 67^\circ\ 53'\ 30'' \\ 67^\circ\ 31' \end{cases} \quad \text{d'où } 2E = \begin{cases} 110^\circ\ 15' \text{ rayons rouges,} \\ 110^\circ\ 24' \text{ rayons verts,} \\ 110^\circ\ 26' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

La chaleur a une influence notable sur l'angle apparent des axes

dans l'air; cet angle augmente d'environ 10° lorsqu'on élève la température de 17° à 155°.8 C.

Dans un Mémoire « Sur le pseudodimorphisme de quelques composés naturels et artificiels[1], » j'ai dit que les cristaux de sulfate de potasse pur étaient toujours rhombiques et à deux axes optiques, tandis que les cristaux hexagonaux à un seul axe, regardés par Mitscherlich comme dimorphes des premiers, contenaient une proportion plus ou moins considérable de soude. Les masses cristallines de sulfate fondu obtenues par H. Rose appartiennent aussi à l'espèce rhombique. L'écartement de leurs axes optiques, observé sur des échantillons qui m'ont été remis par M. G. Rose, m'a paru être le même que celui des cristaux ordinaires.

— TALC. Dans mon deuxième Mémoire, j'ai dit que la dispersion des axes, quoique faible, semblait indiquer $\rho > v$. Une lame bien unie de Rhode-Island? m'a donné à 21° 5 C.

$$2E = \begin{cases} 19^\circ\ 1' & \text{rayons rouges,} \\ 17^\circ\ 56' & \text{rayons bleus.} \end{cases}$$

Cet angle ne m'a paru éprouver aucun changement appréciable en chauffant la lame jusqu'à 170°.8 C.

— TÉPHROÏTE. J'ai reçu, il y a trois ans, de M. le professeur Brush, un petit fragment de l'échantillon original de la téphroïte de Stirling, New-Jersey, déterminé par M. Breithaupt. J'y ai reconnu toutes les propriétés physiques que j'avais décrites dans une note à la suite de mes « Observations sur les modifications permanentes et temporaires que l'action de la chaleur apporte à quelques propriétés optiques de plusieurs corps cristallisés, » insérées au tome II des Annales des mines, 5e série, année 1862. Les axes optiques sont compris dans le plan du clivage facile et la bissectrice *aiguë* est perpendiculaire au clivage moyen-

[1] *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, séance du 25 mai 1863; et *Annales de chimie et de physique*, 4e série, t. I.

nement facile. Une lame assez bien normale à cette bissectrice a donné, pour l'angle apparent dans l'huile et dans l'air, à 16° C.

$$2H = \left\{ \begin{matrix} 84^\circ\ 41' \\ 82^\circ\ 59' \end{matrix} \right\} \quad \text{d'où } 2E = \left\{ \begin{matrix} 161^\circ\ 48' \text{ rayons rouges,} \\ 156^\circ\ 35' \text{ rayons bleus.} \end{matrix} \right.$$

+ TERPINE (hydrate de térébenthine) du pin d'Australie. Les indications contenues dans mon deuxième Mémoire, sur la forme des cristaux obtenus par M. Berthelot et sur l'orientation de leurs axes optiques, ont pu être complétées par la mesure directe de l'écartement apparent dans l'air; cette mesure a confirmé le sens de la dispersion pour lequel j'avais admis $\rho > v$. J'ai trouvé sur une lame bien normale à la bissectrice *aiguë*, à 13° C.

$$2E = \left\{ \begin{matrix} 143^\circ\ 3' \text{ rayons rouges,} \\ 142^\circ\ 14' \text{ rayons bleus.} \end{matrix} \right.$$

Cet angle diminue notablement par la chaleur, car une autre lame m'a fourni pour les rayons rouges :



$$2E = \left\{ \begin{matrix} 142^\circ\ 44' \text{ à } 21^\circ.5 \text{ C.} \\ 140^\circ\ 26' \text{ à } 47^\circ \\ 139^\circ\ 24' \text{ à } 71^\circ.5 \\ 139^\circ\ 14' \text{ à } 81^\circ \end{matrix} \right.$$

+ TERPINE (hydrate de térébenthine) du pin maritime. J'ai obtenu sur une plaque normale à la bissectrice *aiguë*, à 18° C.

$$2E = \left\{ \begin{matrix} 143^\circ\ 23' \text{ rayons rouges,} \\ 142^\circ\ 15' \text{ rayons bleus.} \end{matrix} \right.$$

+ THÉNARDITE. Des lames minces taillées dans des cristaux naturels d'Espagne, normalement aux deux bissectrices, m'ont permis de compléter les données consignées dans mon premier Mémoire. La dispersion des axes optiques est très-faible; les axes apparents dans l'huile, comme les axes *intérieurs*, offrent $\rho > v$, tandis que les axes apparents dans l'air montrent $\rho < v$. Une

plaque bien normale à la bissectrice *aiguë* m'a fourni, vers 16° C.

$$2H_a = \begin{cases} 83^\circ\,24' \\ 83^\circ\,12' \\ 82^\circ\,58' \end{cases} \quad \text{d'où } 2E = \begin{cases} 154^\circ\,26' \text{ rayons rouges,} \\ 155^\circ\,0' \text{ rayons verts,} \\ 156^\circ\,30' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

Deux bonnes plaques normales à la bissectrice *obtuse* ont donné, en moyenne :

$$2H_o = \begin{cases} 97^\circ\,20' \text{ rayons rouges,} \\ 97^\circ\,33' \text{ rayons verts,} \\ 97^\circ\,46' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

Des valeurs de H_a et de H_o on déduit approximativement,

$$2V = \begin{cases} 83^\circ\,5' \\ 82^\circ\,52' \\ 82^\circ\,39' \end{cases} \quad \beta = \begin{cases} 1.470 \text{ rayons rouges,} \\ 1.475 \text{ rayons verts,} \\ 1.483 \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

Une lame normale à la bissectrice *aiguë*, chauffée à 75°, présente une légère diminution dans l'angle de ses axes optiques.

Une plaque presque rigoureusement normale à la bissectrice *aiguë* a été extraite d'un des beaux cristaux artificiels, préparés par M. Persoz, qui ont à peu près tous la forme d'octaèdres rhomboïdaux maclés parallèlement à une face du prisme de 129° 21'. Cette plaque montre nettement dans l'air une de ses hyperboles bordée de couleurs assez pâles indiquant $\rho < v$, et moins nettement son autre hyperbole dont la limite extérieure est difficile à bien saisir. J'ai trouvé approximativement pour l'écartement apparent dans l'air, à 16° C.

$$2E = \begin{cases} 152^\circ\,42' \text{ rayons rouges,} \\ 153^\circ\,0' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

— THERMOPHYLLITE de Finlande. La chaleur diminue un peu

l'écartement apparent des axes optiques. J'ai trouvé sur une lame homogène, pour les rayons rouges :

$$2E = \begin{cases} 23°32' \text{ à } 19° \text{ C.} \\ 23°8' \text{ à } 41°.5 \\ 22°16' \text{ à } 71°.5 \\ 22°0' \text{ à } 95°.5 \\ 21°38' \text{ à } 121° \\ 21°32' \text{ à } 170°.8 \end{cases}$$

+ THOMSONITE. La chaleur est à peu près sans action sur l'angle des axes optiques; pourtant elle semblerait tendre à le diminuer très-légèrement, d'après des mesures que j'ai prises entre 8°.8 et 146°.5 C. sur plusieurs plaques de Dumbarton en Écosse. La plus homogène a donné, pour les rayons rouges :

$$2E = \begin{cases} 78°48' \text{ à } 17° \text{ C.} \\ 78°30' \text{ à } 146°.5 \end{cases}$$

+ TOPAZE. On sait combien est variable l'angle apparent des axes optiques dans les cristaux de diverses provenances. Une petite lame clivée sur un cristal transparent, légèrement rosé, de Mugla en Natolie, appartenant à la collection Werner à l'Université de Freiberg, m'a fourni à 18° C.

$$2E = \begin{cases} 71°32' \text{ rayons rouges,} \\ 71°13' \text{ rayons jaunes,} \\ 68°56' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

L'augmentation que la chaleur apporte à l'écartement des axes optiques a été indiquée dans mon Manuel de Minéralogie [1].

[1] Il n'est peut-être pas hors de propos de faire remarquer ici que les trois indices principaux de la topaze blanche, déterminés autrefois par Rudberg pour les sept raies de Frauenhofer, publiés d'abord dans le tome XVII des Annales de Poggendorff, et transcrits depuis dans les traités d'optique et dans mon Manuel de Minéralogie, présentent une anomalie qui n'a pas encore été relevée. Les valeurs de

+ Tréhalose ($C^{12} H^{11} O^{11} + 2Aq.$). Dans mon deuxième Mémoire, je n'avais donné qu'une valeur approximative de l'écartement des axes optiques. De nouveaux échantillons m'ont permis de m'assurer que cette valeur était trop forte, qu'elle augmentait légèrement lorsqu'on chauffait la substance jusque vers 75° C. et que la dispersion des axes était très-considérable. Une lame passablement normale à la bissectrice *aiguë* m'a donné, à 15° C.

$$2E = \begin{cases} 73^\circ\ 8' & \text{rayons rouges,} \\ 82^\circ\ 39' & \text{rayons bleus.} \end{cases}$$

J'avais aussi annoncé, dans mon deuxième Mémoire, que la *mycose* offrait une forme cristallographique et des propriétés optiques biréfringentes entièrement semblables à celles de la tréhalose. La mesure de l'écartement apparent des axes optiques dans l'air et la modification qu'apporte à cet angle une élévation de la température, sont venues fournir un argument de plus en faveur de la réunion des deux corps. J'ai en effet trouvé, sur une lame mince de mycose bien normale à la bissectrice *aiguë*, à 15° C.

$$2E = \begin{cases} 72^\circ\ 34' & \text{rayons rouges,} \\ 83^\circ\ 34' & \text{rayons bleus.} \end{cases}$$

l'angle réel des axes optiques et de leur angle apparent dans l'air, calculées à l'aide de ces indices par la formule de Fresnel, sont en effet :

Raies	2V	2E
B	56° 8′	98° 32′
C	56° 19′	99° 1′
D	56° 57′	100° 36′
E	56° 59′	100° 55′
F	56° 43′	100° 32′
G	55° 51′	99° 0′
H	55° 11′	97° 50′

Or, tandis que les angles 2V et 2E offrent bien pour les raies E, F, G, H, la dispersion $\rho > v$ indiquée par l'observation directe, ils conduisent au contraire à $\rho < v$ pour les raies B, C, D. Il y a donc eu quelque erreur dans la mesure des indices de Rudberg, et il est à présumer que cette erreur porte sur les nombres correspondant aux trois raies B, C, D.

En portant la température à 70° ou 75° C. l'angle des axes augmente notablement et le mouvement de recul des hyperboles est visible au microscope polarisant.

La distinction primitivement établie entre la tréhalose et la *mycose* reposait uniquement sur une légère différence que le pouvoir rotatoire des deux substances dissoutes dans l'eau avait offerte à Mitscherlich et à M. Berthelot. D'après de nouvelles expériences de M. Berthelot, cette différence ne provenait que d'une erreur d'observation de la part de Mitscherlich, et on peut définitivement admettre que la *mycose* ne fait qu'une seule et même substance avec la tréhalose[1].

+ Villarsite. La petitesse et l'imperfection des cristaux de ce minéral, qui se trouvent toujours en pyramides d'apparence hexagonale maclées comme la cymophane de l'Oural (voir mon Manuel de Minéralogie), rendent difficile la mesure de l'écartement de ses axes optiques. Je suis pourtant parvenu à l'obtenir sur une lame un peu oblique au plan des axes, mais assez symétrique par rapport à la bissectrice. J'ai trouvé dans l'huile, à 14° C.

$$2H_a = \begin{cases} 101^\circ\ 51' \text{ rayons rouges,} \\ 102^\circ\ 26' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

Les bordures des hyperboles, quoique pâles, indiquent aussi $\rho < v$. L'orientation des axes optiques, leur dispersion, leur écartement et le signe de leur bissectrice *aiguë*, sont donc les mêmes dans le péridot et dans la Villarsite, que j'ai considérée dans mon Manuel comme un péridot légèrement hydraté et moins dur que l'olivine.

+ Wawellite. Prisme rhomboïdal droit de 126° 25'. Clivages assez nets suivant les faces verticales de ce prisme et suivant le plan g^1 parallèle aux petites diagonales des bases. Les

[1] *Chimie organique fondée sur la synthèse*, par M. Berthelot, 2e vol. p. 263.

cristaux sont ordinairement allongés dans le sens de l'axe vertical et groupés en faisceaux divergents formant de petites sphères à la surface desquelles on distingue le biseau a^1 placé sur les angles solides obtus de la forme primitive.

Plan des axes optiques parallèle au plan des *grandes* diagonales des bases. Bissectrice *aiguë* parallèle à l'arête verticale $\frac{m}{m}$. Une petite plaque de Donnegal (Irlande), assez bien normale à la bissectrice *aiguë*, montre dans l'huile une dispersion faible avec $\rho > v$; elle a donné pour l'angle apparent, à 20° C.

$$2H_a = \begin{Bmatrix} 75^\circ\ 22' \\ 75^\circ\ 8' \\ 74^\circ\ 29' \end{Bmatrix} \quad \text{d'où } 2E = \begin{cases} 127^\circ\ 18' \text{ rayons rouges,} \\ 127^\circ\ 2' \text{ rayons jaunes,} \\ 126^\circ\ 52' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

Une autre plaque bien normale à la bissectrice *obtuse* a fourni :

$$2H_o = \begin{cases} 114^\circ\ 31' \text{ rayons rouges,} \\ 114^\circ\ 45' \text{ rayons jaunes,} \\ 115^\circ\ 20' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

Quoique les macles intérieures rendent l'écartement des axes optiques un peu variable suivant les plages, on peut déduire approximativement de l'angle apparent dans l'huile autour des deux bissectrices, pour l'angle réel et pour l'indice moyen, les valeurs :

$$2V = \begin{Bmatrix} 72^\circ\ 1' \\ 71^\circ\ 48' \\ 71^\circ\ 14' \end{Bmatrix} \quad \beta = \begin{cases} 1.524 \text{ rayons rouges,} \\ 1.526 \text{ rayons jaunes,} \\ 1.536 \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

— WITHÉRITE. La chaleur paraît sans influence sur l'écartement apparent des axes optiques. Comme je l'ai dit dans mon deuxième Mémoire, la dispersion est très-faible, et quoique les bordures des hyperboles semblent indiquer $\rho > v$, j'ai trouvé, dans une plaque régulièrement maclée, la même valeur pour

l'angle des axes *rouges* et pour celui des axes *bleus;* les nombres obtenus à différentes températures sont :

$$2E = \begin{cases} 26^\circ 30' \text{ à } 17^\circ \text{ C.} \\ 26^\circ 28' \text{ à } 71^\circ.5 \\ 26^\circ 30' \text{ à } 95^\circ.5 \\ 26^\circ 24' \text{ à } 121^\circ \end{cases}$$

— WÖHLÉRITE. J'ai indiqué, dans mon Manuel de Minéralogie, l'écartement et l'orientation des axes optiques ainsi que la forme hémièdre que cette orientation conduit à admettre pour les cristaux de Wöhlérite. Une lame normale à la bissectrice *aiguë*, chauffée jusque vers 75°, ne m'a paru éprouver aucun changement dans l'angle de ses axes.

— XANTHOPHYLLITE. J'ai annoncé dans mon Manuel que ce minéral possédait un seul axe optique ou deux axes très-voisins et sans dispersion. Une petite lame hexagonale de l'Oural, offrant une plage à croix divisée (2E = 20° envir. ray. rouges), n'a manifesté dans les branches de la croix qu'un rapprochement incertain d'environ 1°, en passant de 26°.5 à 146°.5 C. La question de savoir si la forme cristalline appartient au système hexagonal ou au système rhombique reste donc encore indécise.

+ ZOÏSITE. Dans mon Manuel de Minéralogie, j'ai dit que les axes optiques étaient orientés parallèlement au plan diagonal g^1 du prisme rhomboïdal droit de 116° 16′ pris comme forme primitive, et que leur écartement variait avec les échantillons. L'examen de nouveaux cristaux m'a fait voir que cette variation existait, non seulement pour des échantillons différents, mais aussi pour les diverses plages d'un même échantillon. J'ai trouvé de plus que le plan des axes était quelquefois normal à g^1 et parallèle à la base, la bissectrice *aiguë* restant toujours parallèle à la petite diagonale de cette face. Ainsi un cristal, de la Sau-Alpe

en Carinthie, a dans certaines plages ses axes correspondant à toutes les couleurs compris dans le plan g^1 avec $\rho < v$; dans d'autres plages, les axes rouges sont notablement séparés dans un plan normal à g^1, tandis que les bleus restent dans le plan qui lui est parallèle. Des cristaux du Pusterthal en Tyrol ont leurs axes orientés dans un plan perpendiculaire à g^1, pour toutes les couleurs, avec $\rho > v$.

Trois fragments de cristaux incolores, roses ou verdâtres par places, transparents ou translucides, d'une apparence très-dissymétrique par suite du développement inégal des faces homologues, m'ont été remis il y a trois ans par M. Shepard, comme provenant des États-Unis. Outre les formes m, h^1, h^2, h^3, g^1, g^2, a^1, $b^{1/2}$, connues dans les cristaux des localités européennes, j'y ai encore observé le nouveau biseau $e^{1/2}$ dont les faces font entre elles un angle d'environ 112° par-dessus g^1. Les axes optiques de ces cristaux, pour les rayons rouges comme pour les rayons bleus, s'ouvrent aussi dans un plan normal à g^1 et leur dispersion est très-notable. L'écartement apparent varie dans les diverses plages d'un cristal, même lorsqu'elles sont très-voisines. J'ai obtenu sur une plaque bien normale à la bissectrice *aiguë*, pour les rayons rouges à 16° C.

$$2E = \begin{cases} 96^\circ\, 35' \text{ en une plage,} \\ 98^\circ\, 19' \text{ en une autre plage.} \end{cases}$$

Un prisme de 35° 7', convenablement taillé sur l'échantillon qui avait fourni cette plaque, m'a donné pour l'indice moyen,

$$\beta = 1.69 \text{ rayons rouges.}$$

Dans tous les cristaux de Zoïsite, l'angle des axes optiques est fortement influencé par une variation de température. Lorsqu'on les chauffe, on voit se rapprocher les axes orientés parallèlement à g^1 et s'écarter ceux dont le plan lui est perpendiculaire. La plaque précédente des États-Unis qui, en une troisième plage

assez transparente, offrait à 21°.5 C. 2E = 94° 59′ (ray. rouges), 93° 6′ (ray. bleus), a fourni pour les rayons rouges :

$$
2E = \begin{cases} 96^\circ 10' \text{ à } 36^\circ.5 \text{ C.} \\ 97^\circ 0' \text{ à } 47^\circ \\ 98^\circ 18' \text{ à } 71^\circ.5 \\ 100^\circ 12' \text{ à } 95^\circ.5 \\ 103^\circ 6' \text{ à } 121^\circ \\ 104^\circ 38' \text{ à } 146^\circ.5 \\ 106^\circ 20' \text{ à } 170^\circ.8 \\ 107^\circ 28' \text{ à } 195^\circ.8 \end{cases}
$$

Il est probable qu'une calcination suffisante amènerait, dans l'orientation et l'écartement des axes optiques, une modification *permanente* analogue à celle que j'ai signalée dans la cymophane, la Brookite et l'orthose; mais jusqu'ici l'expérience n'a pu être faite avec succès, à cause du peu d'étendue des plages transparentes que présentent les cristaux européens à axes situés dans un plan parallèle à g^1, et de l'incertitude où l'on est de savoir si c'est toujours bien la même plage qui est soumise au microscope polarisant avant et après calcination.

Des observations précédentes il résulte que sur 72 substances rhombiques soumises jusqu'à ce jour à des températures plus ou moins élevées, on a trouvé :

19 déplacements des axes optiques forts ou notables, accompagnant une dispersion forte ou notable;

10 déplacements faibles des axes, avec une dispersion forte ou notable;

4 déplacements inappréciables des axes, avec une dispersion notable;

10 déplacements forts ou notables, avec une dispersion faible;

12 déplacements faibles, avec une dispersion faible ou presque nulle;

17 déplacements inappréciables, avec une dispersion très-faible ou à peu près nulle.

4° Cristaux du système clinorhombique.

Dans un remarquable mémoire *Sur les propriétés optiques des cristaux hémiprismatiques*[1], M. Neumann a annoncé que non-seulement la chaleur rapprochait les axes optiques du gypse, comme l'avait trouvé Mitscherlich, mais encore qu'elle imprimait à l'un de ces axes un mouvement à peu près moitié plus rapide qu'à l'autre, de sorte que son action modifiait aussi la position de la *ligne moyenne*. Or, dans tous les cristaux du système clinorhombique dont les axes optiques sont compris dans le plan de symétrie, la dispersion de ces axes est généralement inégale des deux côtés de leur bissectrice, et il était intéressant de rechercher si une élévation de température produisait toujours le phénomène signalé dans le gypse.

C'est donc principalement à ce point de vue qu'ont été entreprises les observations thermo-optiques dont les résultats sont consignés dans les pages suivantes. Quant aux cristaux dont les axes optiques s'ouvrent dans un plan normal au plan de symétrie, et qui sont susceptibles d'offrir la dispersion *horizontale* ou la dispersion *tournante*, la bissectrice des axes correspondant à chaque couleur du spectre occupe toujours la même position dans le plan où elle est comprise avec eux, mais ce plan lui-même n'a pas d'orientation qu'on puisse déterminer *a priori*. J'ai donc été également conduit à examiner si des changements de température influençaient cette orientation et dans quelles limites leur influence se faisait sentir.

+? Acétate de manganèse. Prisme rhomboïdal oblique de

[1] *Ueber die optischen Eigenschaften der hemiprismatischen Krystalle; Poggendorff's Annalen*, t. XXXV, p. 81, année 1835.

131° 6'. $p\,m$ = 116° 20'; $p\,b^{1/2}$ adjacent = 108° 50'; $b^{1/2}\,b^{1/2}$ adjacent 128° 10' (Marignac).

Cristaux ordinairement très-aplatis suivant la base. Clivage très-facile suivant cette base; moins facile suivant *m*. Macles par hémitropie autour d'un axe normal à la base. Plan des axes optiques parallèle à la diagonale horizontale de la base. Double réfraction très-énergique. Bissectrice *négative* presque exactement normale à la base. Axes optiques très-écartés autour de cette bissectrice. Les anneaux vus dans l'huile sont si serrés, même à travers des lames de clivage excessivement minces, qu'on aperçoit à peine les couleurs indiquant une dispersion des axes et une dispersion *horizontale* très-faibles. J'ai trouvé pour l'écartement apparent dans l'huile, à 12° C.

$$2H = \begin{cases} 99°\,41' \text{ rayons rouges,} \\ 99°\,40' \text{ rayons jaunes,} \\ 99°\,31'\,30'' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

Ces nombres ne peuvent être regardés que comme une valeur approximative de l'angle des axes dans l'huile, puisque les lames de clivage à l'aide desquelles on les obtient ne sont pas rigoureusement normales aux plans qui contiennent les axes correspondant aux diverses couleurs.

Il est presque impossible de se procurer les lames parallèles au plan de symétrie, qui permettraient de s'assurer si la bissectrice *aiguë* n'est pas normale à ce plan et positive; toutefois, je suis porté à croire qu'il en est ainsi, car de petits fragments, cassés parallèlement à la diagonale inclinée de la base, m'ont laissé entrevoir dans l'huile, à 45° du plan de polarisation, deux systèmes d'anneaux traversés par des hyperboles qui font entre elles un angle d'environ 82° 33'.

D'après les observations de M. Haidinger, ce sel offre un beau trichroïsme dans la direction des trois axes d'élasticité optique.

+ Acétate de plomb. Dans mes deux premiers Mémoires, j'avais rangé ce sel parmi les corps *négatifs*, et dans mon deuxième Mémoire, j'avais dit que la bissectrice partageait en deux parties égales l'angle aigu $p h^1 = 70° 12'$ du prisme clinorhombique de 52° pris pour forme primitive. Mais d'après les mesures de l'angle apparent des axes optiques que j'ai pu prendre dans l'huile, c'est la bissectrice *obtuse* qui est négative, tandis que la bissectrice *aiguë* est positive et comprise dans l'angle obtus $p h^1 = 109° 48'$. Ces mesures, ainsi que de nouvelles observations faites sur une macle artificielle de deux lames parallèles au plan de symétrie et assemblées suivant une face h^1, montrent que la dispersion *inclinée* est très-faible, comme je l'avais déjà annoncé; en effet, la bissectrice des axes rouges n'est séparée de celle des axes bleus que d'environ 0° 6'. Dans l'huile, les anneaux des deux systèmes ont presque exactement la même forme; les uns offrent seulement des couleurs un peu plus vives que les autres. L'écart entre l'axe correspondant aux rayons rouges et l'axe correspondant aux rayons bleus est d'environ 2° 5' dans le système à couleurs ternes et 2° 32' dans le système à couleurs vives. La bissectrice des axes *jaunes*, qui se confond sensiblement avec celle des *rouges*, fait des angles de :

35° 30' avec une normale à la base p,
2° 11' avec une normale à o^1,
34° 42' avec une normale à h^1 antérieure.

o^1 est une face nouvelle, située sur l'angle solide obtus du prisme de 52°, et qui n'est pas citée dans le *Handbuch der krystallographischen Chemie* de M. Rammelsberg. Je l'ai observée sur plusieurs cristaux transparents avec les incidences suivantes :

$p o^1 = \begin{cases} 142° 19' \text{ calculé}, \\ 142° 37' \text{ mesuré}, \end{cases}$ $o^1 h^1 = \begin{cases} 147° 29' \text{ calculé}, \\ 147° 16' \text{ mesuré}. \end{cases}$

Une lame presque exactement parallèle à cette face et parfaitement normale à la bissectrice *aiguë* m'a donné, à 14° C.

$$2H = \begin{cases} 90^\circ\ 55' \\ 91^\circ\ 45' \\ 95^\circ\ 32' \end{cases} \text{d'où } 2V = \begin{cases} 83^\circ\ 27' \\ 83^\circ\ 55' \\ 87^\circ\ 24' \end{cases} \text{avec } \beta = \begin{cases} 1.570 \text{ ray. r.} \\ 1.576 \text{ ray. j.} \\ 1.584 \text{ ray. b.} \end{cases}$$

Les valeurs de l'indice moyen adoptées ici diffèrent un peu de celles que j'ai citées dans mon deuxième Mémoire, mais elles doivent inspirer plus de confiance, parce qu'elles représentent à la fois les résultats obtenus sur un prisme naturel $p\,h^1$, à faces unies et miroitantes, et la moyenne des nombres fournis par les quatre cristaux que j'ai employés à leur détermination.

— Acide oxalique. Dans mon premier Mémoire, j'ai indiqué à tort l'angle de 68° donné par M. Miller comme étant l'angle apparent des axes optiques dans l'air, car en réalité il se rapporte à leur angle *intérieur*. L'écartement dans l'air est de 113° 36', nombre très-voisin de celui qui avait été indiqué primitivement par H. de Senarmont.

Dans une lame mince assez bien normale à la bissectrice, j'ai trouvé à 22° C.

$$2E = \begin{cases} 117^\circ\ 16' \text{ rayons rouges,} \\ 118^\circ\ 33' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

La dispersion des axes optiques n'est donc pas très-forte. Quant à la dispersion *tournante* signalée par H. de Senarmont comme très-considérable, d'après l'aspect des courbes isochromatiques, sa mesure, dans une macle formée de deux lames parallèles au plan de symétrie et assemblées suivant une face a^1, ne m'a donné qu'environ 0° 13' pour l'écart entre le plan des axes *rouges* et le plan des axes *bleus*. Ces plans sont d'ailleurs presque perpendiculaires à la base, comme l'avait dit M. Miller pour le plan des axes *jaunes*. En effet, le plan des axes *rouges* fait des angles d'environ :

1° 29′ 30″ avec une normale à la base p,
52° 9′ 30″ avec une normale à o^1,
75° 15′ 30″ avec une normale à a^1.

Le plan des axes *bleus* fait respectivement avec les mêmes lignes des angles de :

1° 16′ 30″; 51° 56′ 30″; 75° 28′ 30″.

Les incidences mutuelles des faces o^1, p, a^1, sont :

po^1 adj. = 129° 20′; pa^1 adj. = 103° 15′; o^1a^1 sur p = 52° 35′.

+ Acide dextro-tartrique. Dans mon premier Mémoire, j'avais rangé l'acide tartrique parmi les corps *négatifs*, d'après les observations de H. de Senarmont. Mais j'ai reconnu depuis que la bissectrice *aiguë* était en réalité *positive*, et j'ai obtenu pour l'écartement des axes optiques une valeur très-rapprochée de celle qui a été publiée par M. Miller dans les *Transactions of the Cambridge philosophical Society*. Cette bissectrice *aiguë* est normale à la diagonale horizontale de la base du prisme primitif de 77° 8′. La double réfraction est si énergique que les deux systèmes d'anneaux, d'ailleurs très-écartés et visibles seulement dans l'huile, laissent à peine entrevoir dans des lames très-minces l'existence de la dispersion *horizontale* qui est pourtant notable. En adoptant les incidences de La Provostaye, po^1 = 145° 17′, ph^1 = 100° 17′, j'ai trouvé sur une macle artificielle que le plan des axes *rouges* faisait des angles d'environ :

18° 42′ avec une normale à h^1 antérieure,
63° 42′ avec une normale à o^1,
98° 25′ avec une normale à p.

Le plan des axes *bleus* fait respectivement avec les mêmes lignes des angles de :

17° 50′; 62° 50′; 97° 33′.

L'écart entre le plan des axes *rouges* et celui des axes *bleus* est donc de 0° 52'.

Deux lames très-minces, l'une un peu oblique à la bissectrice *aiguë*, l'autre bien normale à la bissectrice *obtuse*, m'ont donné à 20° C.

$2H_a = 81° 20'$ rayons rouges,

$2H_a = 81° 18'$ r. jau. d'où $2V_a = 76° 40'$ avec $\beta = 1.5242$ (Miller).

$2H_a = 81° 4' 30''$ rayons bleus.

$2H_o = 109° 3'$ ray. jaunes, d'où $2V_o = 101° 40'$ et $2V_a = 78° 20'$.

M. Miller n'a trouvé pour l'angle réel *obtus* des axes optiques que 96° 36'.

Comme on le voit par les nombres précédents, la dispersion des axes vus dans l'huile est très-faible.

— Amphibole actinote. Les angles que la bissectrice fait avec les axes cristallographiques et l'écartement apparent des axes optiques dans l'huile ont été donnés dans mon Manuel de Minéralogie. En chauffant une lame du Saint-Gothard à peu près parallèle à h^1 à travers laquelle on voit, au microscope polarisant, un système d'anneaux excentré, l'hyperbole qui traverse ces anneaux paraît s'écarter légèrement de la bissectrice à mesure que la température s'élève.

+ Amphibole anthophyllite. Je nomme ainsi une variété d'amphibole dont la composition chimique est celle de l'anthophyllite rhombique et dont les masses lamello-bacillaires possèdent les mêmes clivages et à peu près le même aspect extérieur que celles de ce minéral; seulement, la bissectrice *aiguë*, au lieu d'être parallèle à l'arête verticale du prisme de 125°, fait avec cette ligne un angle de 15° à 17°, et les anneaux colorés des deux systèmes correspondant aux axes optiques, au lieu d'offrir la symétrie de forme et de couleurs qu'on remarque dans la substance rhombique, présentent des différences qui accusent une

faible dispersion *inclinée*. Jusqu'ici je n'ai rencontré *l'amphibole anthophyllite* que parmi des échantillons de Kongsberg et du Groënland. La facilité des clivages prismatiques et la fragilité de la substance ne permettant pas d'obtenir des plaques normales à la bissectrice *aiguë*, les courbes isochromatiques n'ont pu être étudiées qu'à travers des lames normales à la bissectrice *obtuse*.

Dans un échantillon de Kongsberg, d'un gris blond, j'ai trouvé deux clivages très-faciles suivant les faces m du prisme de l'amphibole, un clivage assez difficile suivant le plan g^1 tangent à l'arête aiguë, et un clivage difficile suivant le plan h^1 tangent à l'arête obtuse de ce prisme, avec des incidences d'environ :

$$mm = 125^\circ\ 12'; \quad m\,h^1 = 152^\circ\ 48'.$$

La bissectrice *aiguë* fait un angle de 15° à 16° avec l'arête verticale $\frac{m}{m}$, pour la lumière blanche; la bissectrice *obtuse* fait donc le même angle avec une normale à cette arête.

Une lame bien perpendiculaire à la bissectrice *obtuse* négative, offrant un reflet chatoyant jaune, a montré dans l'huile une dispersion notable des axes optiques; elle a donné, à 16° C.

$$2H_o = 120^\circ\ 43'\ 30'' \text{ d'où } \left\{ \begin{matrix} 2V_o\ 102^\circ\ 8' \\ 2V_a\ \ 77^\circ\ 52' \end{matrix} \right\} \text{avec } \beta = 1.638 \text{ r. rouges.}$$

$$2H_o = \left\{ \begin{matrix} 120^\circ\ 2'\ \ 30'' \text{ rayons jaunes,} \\ 118^\circ\ 31'\ 30'' \text{ rayons bleus.} \end{matrix} \right.$$

L'indice moyen a été déterminé, pour les rayons rouges, à l'aide d'un prisme de 31° 22′ 30″ dont l'arête réfringente était sensiblement normale au plan des axes; son défaut de transparence et sa petitesse n'ont pas permis de mesurer la déviation minimum à la flamme de l'alcool salé.

Une autre lame bien normale à la même bissectrice a fourni,

$$2H_o = 121^\circ\ 14' \text{ rayons rouges.}$$

La dispersion *inclinée* est faible et indiquée seulement par une légère différence dans la forme plus ou moins ovale des anneaux des deux systèmes et dans la vivacité des couleurs qui bordent chacune des hyperboles; ces couleurs sont d'ailleurs disposées suivant le même ordre dans les deux systèmes, et leur distribution est la même qu'autour de la bissectrice *obtuse* de l'anthophyllite rhombique, rouge à l'*intérieur*, bleu à l'*extérieur*.

Dans un échantillon du Groënland, d'un gris jaunâtre, possédant les mêmes clivages que celui de Kongsberg, la bissectrice *aiguë* des axes optiques, vus dans la lumière blanche, fait un angle de 16° à 17° avec l'arête verticale $\frac{m}{m}$.

Deux lames minces, l'une un peu oblique, l'autre passablement normale à la bissectrice *obtuse* négative, ont donné pour l'écartement apparent dans l'huile, à 16° C.

Première lame.

$$2H_o = \begin{cases} 119^\circ\ 43' \text{ rayons rouges,} \\ 118^\circ\ 22' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

Deuxième lame.

$$2H_o = \begin{cases} 119^\circ\ 27' \text{ rayons rouges,} \\ 117^\circ\ 24' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

La dispersion *inclinée* paraît plus forte dans ces lames que dans celles de Kongsberg, car la différence de forme entre les anneaux des deux systèmes y est notablement plus prononcée. Quant à la dispersion des axes, elle est la même dans les échantillons des deux localités.

L'amphibole anthophyllite est difficilement fusible au chalumeau en émail noir magnétique. M. Lechartier, qui a bien voulu, sur ma demande, se charger de son analyse, a obtenu pour la composition, *a*, de l'échantillon de Kongsberg, *b*, de l'échantillon du Groënland :

	a	Oxygène.		*b*	Oxygène.		Rapport.
Silice........	55,24		29,46	55,82		29,76	9
Magnésie.....	21,17	8,36	 13,26	20,61	8,24	13,05	4
Chaux.......	1,85	0,53	.....	1,14	0,32		
Ox. ferreux...	17,63	3,92	.....	20,22	4,49		
Ox. manganeux.	2,00	0,45	.....				
Alumine.....	0,18...........			0,47			
Perte au feu ..	2,41...........			2,10			
	100,48			100,36			
	Densité = 3,14			Densité = 3,15			

On voit que cette composition est identique à celle de l'anthophyllite rhombique et voisine de celle de la cummingtonite de Cummington (Massachusetts); elle diffère principalement de celle de toutes les autres variétés d'amphibole par l'absence presque complète de chaux et d'alumine. Quant aux phénomènes optiques rapportés à la bissectrice *aiguë*, en exceptant l'écartement des axes, ils sont à peu près identiques à ceux què manifeste la *pargasite* de Finlande. Si donc on admet que, dans l'anthophyllite rhombique, ainsi que dans l'hypersthène, la bronzite, la Zoïsite, etc. l'orientation de la bissectrice parallèlement à l'axe cristallographique vertical et l'absence totale de dispersion *inclinée* suffisent pour prouver que la forme cristalline dérive bien du prisme rhomboïdal droit, on pourra regarder l'*amphibole anthophyllite* et l'*anthophyllite* véritable comme constituant deux variétés dimorphes d'un même silicate.

— Aphanèse; *strahlerz* de Werner. Prisme rhomboïdal oblique de 56° (Phillips). $po^1 = 125° \ 8'$; $ph^1 = 100° \ 42'$; *pm* antérieure = 95°. Clivage parfait suivant la base *p*. Les cristaux sont allongés, les uns dans le sens de l'axe vertical, les autres dans le

sens de la diagonale horizontale de la base; ces derniers sont en général d'un vert bleu et ont un éclat un peu nacré.

Plan des axes optiques parallèle au plan de symétrie. Bissectrice *aiguë* faisant un angle très-voisin de 90° avec la diagonale inclinée de la base. La dispersion des axes, très-notable dans l'huile, est énorme dans l'air, avec $\rho < v$. La dispersion *inclinée* n'est au contraire indiquée que par une légère différence dans la vivacité des couleurs qui bordent les épanouissements des hyperboles et qui offrent symétriquement dans les deux systèmes du bleu verdâtre à l'*extérieur*, du violet à l'*intérieur*.

L'angle des axes optiques, ainsi que leur dispersion propre, paraît un peu variable suivant les échantillons et même suivant les diverses plages de certains cristaux à enchevêtrements intérieurs.

Plusieurs lames de clivage, extraites d'aiguilles d'un bleu vert à éclat nacré et de gros cristaux d'un vert bleu groupés en boules, ont donné dans l'huile, à 12° C.

Première lame très-mince, tirée d'une aiguille.

$$2H = \begin{cases} 82^\circ\ 50' \\ 84^\circ\ 34' \end{cases} \text{d'où } 2E = \begin{cases} 137^\circ\ 8' & \text{rayons verts,} \\ 167^\circ\ 52' & \text{rayons bleus.} \end{cases}$$

Deuxième lame un peu plus épaisse, tirée d'une aiguille.

$$2H = \begin{cases} 81^\circ\ 56' \\ 83^\circ\ 42' \end{cases} \text{d'où } 2E = \begin{cases} 134^\circ\ 36' & \text{rayons verts,} \\ 160^\circ\ 52' & \text{rayons bleus.} \end{cases}$$

Première lame mince, homogène, tirée d'un gros cristal vert.

$$2H = \begin{cases} 84^\circ\ 7' \text{ d'où } 2E = 140^\circ\ 58' \text{ rayons verts,} \\ 85^\circ\ 34' \text{ d'où réflexion totale dans l'air, rayons bleus.} \end{cases}$$

Deuxième lame tirée d'un gros cristal vert.

$$2H = \begin{cases} 84^\circ\ 12' \text{ d'où } 2E = 141^\circ\ 14' \text{ rayons verts,} \\ 86^\circ\ 42' \text{ d'où réflexion totale dans l'air, rayons bleus.} \end{cases}$$

+ Azotate céroso-cérique et ammonique (Damour et H. Deville). Prisme rhomboïdal oblique de 81° 5'. Cristaux d'un rouge

orangé, déliquescents, offrant les combinaisons de formes $m\ g^1\ a^1\ e^1$; $m\ h^1\ g^1\ p\ o^1\ a^1\ e^2\ e^1$. Ces cristaux, fortement aplatis suivant g^1, sont généralement maclés; mais il est facile de s'assurer, par la position du plan des axes optiques, que le contact entre les deux individus se fait par une face a^1 de l'un et par une face o^1 de l'autre, au lieu de se produire entre deux faces de même espèce, comme dans les hémitropies ordinaires. Les incidences observées et les dimensions qui en résultent pour la forme primitive sont :

Calculé.	Observé.
$m\,m = 81^\circ\ 5'$ avant	//
$m\,g^1 = 139^\circ\ 27'\ 30''$	$139^\circ\ 37'$ moyenne
$m\,h^1 = 130^\circ\ 33'\ 30''$	//
$h^1\,g^1 = 90^\circ$	90°
$^*p\,o^1 = 121^\circ\ 30'$	$121^\circ\ 30'$
$p\,h^1$ antérieure $= 90^\circ\ 21'$	90°
o^1h^1 adjacente $= 148^\circ\ 51'$	$147^\circ\ 40'$
$^*p\,a^1$ adjacent $= 121^\circ\ 0'$	121°
$p\,h^1$ postérieure $= 89^\circ\ 39'$	//
$a^1\,h^1 = 148^\circ\ 39'$	//
$o^1\,a^1 = 62^\circ\ 30'$ sur p	$62^\circ\ 30'$
$p\,m = 90^\circ\ 13'$	//
$^*g^1e^1 = 152^\circ\ 34'$	$152^\circ\ 34'$ moyenne
$g^1e^2 = 133^\circ\ 56'$	$133^\circ\ 36'$
$e^1e^1 = 54^\circ\ 52'$ sur p	$55^\circ\ 28'$ moyenne
$m\,o^1$ adjacent $= 123^\circ\ 48'$	//
$o^1e^1 = 103^\circ\ 56'$	$104^\circ\ 24'$ moyenne
$e^1\,m$ postérieure $= 132^\circ\ 16'$	$132^\circ\ 22'$
$m\,a^1$ adjacent $= 124^\circ\ 0'$	//
$a^1e^1 = 103^\circ\ 44'$	$103^\circ\ 40'$ moyenne
e^1m antérieure $= 132^\circ\ 33'$	//

Dans la macle :

$p\ d = 117° 30'$	″	
$a^1\ o^1$ opposé $= 0°$	0°	
$o^1{}_1 v$ adjacent $= 125°$............	″	
$e^1{}_1 \partial$ adjacent $= 152° 21'$........	152° 2′	moyenne

$b : h :: 1000 : 1252,270 \quad D = 650,033 \quad d = 759,906$

Angle plan de la base $= 81° 5' 17''$
Angle plan des faces latérales $= 90° 15' 36''$.

Clivage assez net parallèle à o^1. Les faces g^1 sont généralement striées parallèlement à leur intersection avec m.

Double réfraction énergique. Plan des axes optiques et bissectrice *aiguë* perpendiculaires au plan de symétrie, pour toutes les couleurs du spectre. Dispersion des axes très-forte, $\rho < v$. Dispersion *tournante* très-marquée; entre le plan des axes *rouges* et le plan des axes *verts*, l'écart est d'environ 1°. Le plan des axes *jaunes* fait des angles d'environ :

23° 8′ avec une normale à p,
81° 38′ avec une normale à o^1,
35° 52′ avec une normale à a^1.

Le plan des axes *rouges* fait respectivement avec les mêmes lignes des angles d'environ :

22° 44′; 81° 14′; 36° 16′.

J'ai trouvé pour l'angle apparent des axes dans l'air, à 13° C.

$$2E = \begin{cases} 108° 3' & \text{rayons rouges,} \\ 109° 15' & \text{rayons jaunes,} \\ 112° 35' & \text{rayons verts.} \end{cases}$$

L'absorption de la substance rend la mesure impossible avec les rayons bleus.

Si l'on n'avait pas pu observer l'orientation du plan des axes optiques et la forte dispersion *tournante* que présentent les cristaux,

on aurait été conduit, par la mesure de leurs incidences et par l'identité presque complète des faces o^1 et a^1, à les faire dériver d'un prisme rhomboïdal droit voisin de 120°, ayant pour base le plan de symétrie. Les macles auraient alors paru rentrer dans l'une des lois qu'on rencontre si fréquemment dans le système rhombique.

Ce sel, dont la composition exacte n'a pas encore été publiée par MM. Damour et H. Sainte-Claire Deville, doit sans doute avoir pour formule $(\dot{A}m^2, \dot{C}e)\ddot{A}z^3 + \ddot{\bar{C}}e\,\ddot{A}z^3 + 3\dot{H}$, car il est géométriquement isomorphe de l'azotate céroso-cérique et potassique obtenu par M. Holzmann et représenté par

$$(\dot{K}^2, \dot{C}e)\,\ddot{A}z^3 + \ddot{\bar{C}}e\,\ddot{A}z^3 + 3\dot{H}$$ [1].

Des cristaux du sel potassique, préparés par M. Damour, offrent exactement la même couleur que ceux du sel ammonique. Leurs modifications sont moins nombreuses et elles ne m'ont présenté que les formes m, g^1, p, o^1, a^1, dont la première est toujours très-peu développée. Leurs macles, très-fréquentes, ont aussi lieu par l'application d'une face o^1 de l'un des individus contre une face a^1 de l'autre individu, et l'ensemble est aplati suivant le plan de symétrie g^1 qui porte des stries parallèles à son intersection avec m. L'aspect de ces macles diffère un peu de celui des macles du sel ammonique figurées ci-dessus, à cause du peu d'étendue de la base p, de la prédominance des faces o^1 et a^1 et de l'angle rentrant très-prononcé qu'elles font entre elles. La déliquescence des cristaux ne permet pas de mesurer leurs incidences avec une bien grande exactitude; la moyenne des nombres que j'ai trouvés est :

$m g^1 = 141° 14'$	$o^1 a^1$ sur $p = 66° 8'$
$p o^1 = 123° 51'$	$o^1 a^1$ adjac. $= 113° 42'$
$p a^1 = 122° 10'$	$p d = 113° 30'$ dans la macle.

Il existe un clivage net et facile suivant o^1.

Le plan des axes optiques est faiblement incliné sur o^1 et il

[1] *Répertoire de Chimie*, avril 1859.

est compris dans l'angle obtus $p\,o^1$. La double réfraction est très-énergique, et comme le pouvoir absorbant du sel est considérable, ce n'est qu'à travers des lames très-minces qu'on peut entrevoir dans l'huile des anneaux ou des épanouissements d'hyperboles dont les couleurs annoncent une forte dispersion, *tournante* pour les lames parallèles à g^1 ou *horizontale* pour les lames parallèles à p. La bissectrice parallèle à la diagonale horizontale de la base est *positive*, et celle qui lui est perpendiculaire est *négative;* l'angle apparent des axes optiques dans l'huile est très-grand autour de la première et *peut-être* un peu moins grand autour de la seconde; cependant je n'ai pas pu me procurer de lames assez parfaites pour me permettre de décider où se trouve réellement la bissectrice *aiguë*.

— Azotate de lanthane et d'ammoniaque. J'ai déjà signalé, dans mon deuxième Mémoire, la diminution rapide que la chaleur de la main suffit pour produire sur l'angle des axes optiques orientés dans le plan de symétrie. En examinant la marche des deux hyperboles jusqu'au moment où elles se réunissent pour se séparer ensuite dans un plan parallèle à la diagonale horizontale de la base, on voit que l'une se déplace environ quatre fois plus que l'autre et que par conséquent la bissectrice éprouve un changement très-notable dans sa position.

— Barytocalcite. La chaleur augmente légèrement l'angle apparent des axes optiques, ainsi que le montrent les mesures suivantes, obtenues avec les rayons rouges sur une plaque un peu oblique au plan des axes :

$$2E = \begin{cases} 24^\circ\,53' \text{ à } 17^\circ \text{ C.} \\ 24^\circ\,58' \text{ à } 47^\circ \\ 25^\circ\,2' \text{ à } 71^\circ.5 \\ 25^\circ\,20' \text{ à } 95^\circ.5 \\ 25^\circ\,22' \text{ à } 121^\circ \\ 25^\circ\,24' \text{ à } 146^\circ.5 \\ 25^\circ\,38' \text{ à } 170^\circ.8 \end{cases}$$

Une forte élévation de température m'a au contraire paru sans influence appréciable sur la dispersion *horizontale*, et le plan des axes *rouges* n'a éprouvé aucun déplacement entre 17° et 195°.8 C.

— BORAX. Trois prismes réfringents, taillés dans des directions convenables sur une lame épaisse bien normale à la bissectrice *aiguë*, m'ont donné, à la flamme de l'alcool salé :

$$\left.\begin{array}{l}\alpha = 1.473\\ \beta = 1.470\\ \gamma = 1.447\end{array}\right\} \text{d'où } 2V = 39^\circ\ 14'\ 2E = 59^\circ\ 8'.$$

Par la mesure directe, l'angle apparent des axes optiques dans l'air avait été trouvé de 58° 59'.

La chaleur augmente légèrement cet angle; une bonne plaque a fourni, pour les rayons rouges :

$$2E = \left\{\begin{array}{l}59^\circ\ 30' \text{ à } 17^\circ \text{ C.}\\ 59^\circ\ 41' \text{ à } 21^\circ.5\\ 59^\circ\ 58' \text{ à } 26^\circ.5\\ 60^\circ\ 32' \text{ à } 36^\circ.5\\ 60^\circ\ 50' \text{ à } 47^\circ\\ 60^\circ\ 56' \text{ à } 56^\circ.5\end{array}\right.$$

La dispersion *tournante* est aussi notablement influencée par une élévation de température. Entre 21°.5 et 86° C. le plan des axes rouges de la plaque précédente a éprouvé une rotation d'environ 3° 26'[1].

[1] C'est le micromètre installé dans mon microscope polarisant horizontal qui permet de déterminer approximativement cette valeur. En effet, à 21°.5 C. on comptait exactement 5 divisions du micromètre ou 5 millimètres, entre le centre des courbes isochromatiques et chacune des hyperboles vues à 45° du plan de polarisation. En ramenant dans ce plan le plan des axes optiques, on a trouvé que les barres qui traversent alors les anneaux se déplaçaient, entre 21°.5 et 86° C. d'environ $0^{mm},3$ de chaque côté de leur position initiale; l'angle dont le plan des axes optiques a tourné a donc pour tangente la fraction $\frac{3}{50}$.

+ Brewstérite. L'écartement apparent des axes optiques augmente légèrement par la chaleur. Une assez bonne lame de clivage, extraite d'un cristal de Strontian en Écosse, m'a donné, pour les rayons rouges :

$$2E = \begin{cases} 93^\circ\ 43' \text{ à } 8^\circ.8\ \text{C.} \\ 93^\circ\ 58' \text{ à } 26^\circ.5 \\ 94^\circ\ 0' \text{ à } 61^\circ.5 \\ 94^\circ\ 10' \text{ à } 71^\circ.5 \\ 95^\circ\ 6' \text{ à } 86^\circ \\ 95^\circ\ 26' \text{ à } 105^\circ.5 \end{cases}$$

De son côté, la dispersion *tournante* éprouve une modification très-notable. Dans une autre lame de clivage où les deux hyperboles, vues à 45° du plan de polarisation avec les rayons rouges, embrassaient 14 divisions du micromètre, j'ai trouvé que le plan des axes *rouges* tournait d'environ 4° 54' entre 21°.5 et 146°.5 C.

— Bromure de sodium hydraté; Na Br + 4Aq. Dans mon premier Mémoire, j'avais seulement indiqué que le plan des axes optiques était parallèle au plan de symétrie et que la bissectrice *aiguë* était presque normale à la base d'un prisme rhomboïdal oblique de 118° 32'. Quelques cristaux, assez nets malgré leur déliquescence, m'ont permis de compléter ces indications. Lorsqu'on opère sur des lames minces parallèles à la base, les axes optiques sont assez écartés, et leur bissectrice *aiguë* est assez oblique à la diagonale inclinée pour que dans l'air on ne voie qu'un seul système d'anneaux; ces anneaux ont une forme très-ovale et l'hyperbole qui les traverse, à 45° du plan de polarisation, offre de magnifiques bordures d'un rouge vif à *l'intérieur*, d'un bleu vif à *l'extérieur*. Dans l'huile, les anneaux des deux systèmes sont ronds; mais ceux du système visible dans l'air ont un diamètre notablement plus grand que les autres. Les deux hyperboles sont bordées par des couleurs disposées dans le même ordre et possé-

dant le même éclat. La dispersion *inclinée* paraît donc faible, tandis que la dispersion des axes est très-forte, avec $\rho > v$.

D'après des mesures prises dans l'air et dans l'huile, on peut admettre que l'axe à grands anneaux fait avec la normale à la base des angles de

62° 50′	37° 22′	rayons rouges,
59° 0′	35° 27′	rayons bleus,
dans l'air;	dans l'huile;	

et que l'axe à petits anneaux fait avec la même ligne, dans l'huile, des angles de { 53° 52′ rayons rouges, 52° 40′ rayons bleus.

On déduit de là, pour la valeur approximative de l'angle apparent des axes dans l'huile,

91° 14′ rayons rouges; 88° 7′ rayons bleus.

La mesure directe m'a donné, à 14° C.

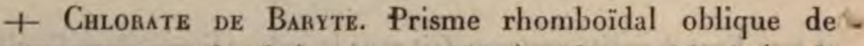
91° 7′ rayons rouges; 88° 38′ rayons bleus.

+ Castor. En chauffant de 21°.5 à 170°.8 C. une lame assez oblique à la bissectrice *aiguë* pour laisser voir dans l'air un de ses systèmes d'anneaux, on n'a aperçu aucun déplacement appréciable de l'hyperbole qui les traverse.

+ Chessylite. Dans mon deuxième Mémoire, je n'ai donné qu'une valeur approximative de 130° pour l'angle apparent des axes optiques dans l'air. En examinant *dans l'huile* des lames minces parallèles à la base du prisme primitif de 99° 32′ et par conséquent un peu obliques au plan des axes et à la bissectrice *aiguë*, j'ai observé, à 45° du plan de polarisation, des bordures *extérieurement* bleues et *intérieurement* vertes autour des hyperboles, d'où l'on conclut $\rho > v$. Parallèlement ou perpendiculai-

rement au plan de polarisation, les barres qui traversent les anneaux offrent aussi du bleu d'un côté et du vert de l'autre, ce qui annonce une dispersion *horizontale* notable.

L'écartement *approximatif* des axes dans l'huile a été trouvé de 82° 5'; l'écartement apparent dans l'air qu'on en déduit est de 151°, pour les rayons compris entre le vert et le bleu. Cet écartement diminue sensiblement dans une plaque chauffée jusque vers 75° C.



+ Chlorate de Baryte. Prisme rhomboïdal oblique de 82°30'. $p\,o^1 = 136°\,9'$; $o^1 h^1 = 138°\,51'$; $p\,h^1 = 95°$; $e^1 e^1$ sur $p = 79°\,36'$ (Rammelsberg). Outre les faces m, o^1, p, e^1, citées dans le *Handbuch* de M. Rammelsberg, les cristaux que j'ai examinés offraient, sur l'arête comprise entre e^1 et m postérieure, une troncature $x = (b^1\, d^{1/3}\, g^1)$ dont les incidences sont :



	Calculé.	Observé.
$e^1 x$ =	151° 2'.........	151° 30'
$e^1 m$ postérieure =	122° 44'........	"
$x\, m$ adjacente =	151° 42'........	"

Plan des axes optiques parallèle au plan de symétrie. Double réfraction très-énergique. Dispersion des axes et dispersion *inclinée* très-faibles. Cette dernière n'est indiquée que par une légère différence dans la forme des anneaux des deux systèmes et dans la vivacité des couleurs qui bordent les hyperboles; celle qui traverse les anneaux ovales offrant du rouge *extérieurement*, du bleu *intérieurement*, et celle qui traverse les anneaux ronds, du bleuâtre des deux côtés. Entre la bissectrice des axes *rouges* et celle des axes *bleus*, j'ai observé par la mesure directe un écart d'environ 0° 16'. L'axe correspondant aux rayons rouges fait approximativement avec l'axe correspondant aux rayons bleus un

angle de 0° 24′ dans le système à anneaux ovales, et un angle de 0° 9′ dans le système à anneaux ronds.

A 14° C. la bissectrice *aiguë* des axes jaunes, d'après son orientation dans une macle artificielle assemblée suivant h^1, fait des angles d'environ :

28° 50′ avec une normale à p,
72° 41′ avec une normale à o^1,
113° 50′ avec une normale à h^1 antérieure.

J'ai trouvé pour l'angle apparent des axes dans l'air :

$$2E = \begin{cases} 86^\circ\ 57' \text{ rayons rouges,} \\ 87^\circ\ 11' \text{ rayons bleus,} \end{cases}$$

dans une lame bien normale à la bissectrice *aiguë;*

$$2E = \begin{cases} 87^\circ\ 12' \text{ rayons rouges,} \\ 87^\circ\ 42' \text{ rayons bleus,} \end{cases}$$

dans une lame plus mince, un peu oblique à la même bissectrice.

+ Clinochlore. J'ai déjà donné, dans le premier volume de mon Manuel de Minéralogie, la mesure de l'augmentation que l'angle apparent des axes optiques éprouve en passant de 20° à 205° C. En opérant de nouveau sur une lame de Chester en Pensylvanie, à la flamme de l'alcool salé, j'ai trouvé que de 21°.5 à 146°.5 C. le déplacement de l'hyperbole à couleurs vives était d'environ 2° 7′, tandis que celui de l'hyperbole à couleurs pâles n'était que de 1° 2′. La bissectrice s'est donc avancée du côté de l'hyperbole qui s'est le plus déplacée, et elle a éprouvé une dispersion de 0° 32′ 30″.

J'ai aussi décrit, page 447 de mon Manuel, des lames hexagonales confusément maclées, de Brosso en Piémont, que j'avais regardées comme constituant une variété de clinochlore à deux

axes très-rapprochés et à bissectrice aiguë *négative*. En examinant de nouveau ces lames au microscope polarisant, j'ai trouvé que leurs anneaux colorés, toujours brisés et irréguliers, étaient traversés tantôt par une croix assez nette, tantôt par une croix disloquée dont les branches paraissent symétriquement disposées autour d'une normale au plan du clivage principal. De plus, une lame qui offrait une plage où les branches de la croix étaient écartées d'environ 14° 42′ pour les rayons rouges, à la température de 6°.6 C. a été chauffée jusque vers 218° sans que cet écartement ait éprouvé de modification sensible. Il est donc très-probable que les lames de Brosso appartiennent en réalité à la *pennine*, dont elles se rapprochent beaucoup par leur composition, et il ne semble pas prouvé jusqu'ici qu'il existe de clinochlore ayant sa bissectrice *aiguë* négative.

+ CORUNDOPHILITE. Ce minéral de la Caroline du Nord que, d'après une analyse fort incomplète de M. Shepard, j'avais placé dans mon Manuel de Minéralogie à la suite des micas, doit être rapporté au groupe des *clinochlores*. Des lames à contour hexagonal imparfait, d'un beau vert foncé, montrent au microscope polarisant, dans la lumière parallèle et dans la lumière convergente, des macles irrégulières composées de secteurs mal définis, dans lesquels les axes optiques sont tantôt assez écartés, tantôt presque réunis. Dans les plages les plus nettes, les hyperboles offrent des couleurs qui annoncent une dispersion des axes assez notable, avec $\rho < v$; la bissectrice *aiguë* y paraît oblique au plan des lames. Une de ces plages m'a donné $2E = 64° 59'$ environ, pour la lumière blanche, à 22° C.

Une seule des hyperboles ayant un contour assez arrêté pour permettre un pointage exact, je n'ai pu mesurer rigoureusement l'augmentation que l'angle apparent des axes optiques éprouve sous l'influence de la chaleur; cette augmentation n'a été constatée que par le déplacement d'environ $\frac{1}{2}$ division du micromètre que l'hyperbole la plus nette a manifesté entre 19° et 185°.8 C.

La composition chimique paraît être celle d'un clinochlore pauvre en silice, mais riche en alumine et en oxyde ferreux, d'après une analyse qui a donné à M. Pisani :

			Oxygène.	Rapport.
Silice	24,00		12,79	6
Alumine	25,90		13,06	6
Oxyde ferreux	14,80	3,28	12,36	6
Magnésie	22,70	9,08		
Eau	11,90		10,60	5
	99,30			

Ces rapports conduiraient à la formule $(\dot{M}g, \dot{F}e)^6, \ddot{A}l^2, \ddot{S}i^3 + 5\dot{H}$, notablement différente de celle qui est généralement admise pour le clinochlore du Piémont, de l'Oural et de Pensylvanie.

+ Cyanure de baryum et platine; (6 Ba Cy + 5 Pt Cy) + 22 Aq. Dans une lame chauffée jusque vers 75° C. les axes optiques se rapprochent légèrement, les anneaux les plus petits paraissant se déplacer un peu plus que les anneaux les plus ovales. La chaleur apporte donc une faible modification à la dispersion *inclinée*.

— Datholite. Les constantes optiques ont été publiées dans mon Manuel de Minéralogie. En chauffant des lames minces d'Andréasberg, entre 17° et 171°.5 C. je n'ai observé aucun changement appréciable dans l'écartement des axes optiques, ni dans l'orientation de leur bissectrice.

+ Diopside. En observant avec les rayons rouges, entre 17° et 195°.8 C. une lame bien normale à la bissectrice *aiguë*, j'ai trouvé que les deux axes optiques se déplaçaient dans le même sens, l'hyperbole à couleurs pâles s'éloignant de la position initiale de la bissectrice d'environ 1° 34′ pendant que l'hyperbole

à couleurs vives s'en rapproche de 0° 36′. L'angle apparent des axes n'augmente donc que de 0° 57′; mais leur bissectrice éprouve une dispersion notable de 1° 5′ et elle suit le mouvement de l'axe qui s'est le plus déplacé.

— Dulcite (dulcose); $C^{12}\ H^{14}\ O^{12}$ (Gerhardt). Prisme rhomboïdal oblique de 112°. De jolis cristaux, préparés par M. Carlet, que j'ai eus entre les mains, offraient les combinaisons de formes : $m\ b^{1/2}$; $m\ p\ b^{1/2}$; $m\ p\ e^{1/2}\ b^{1/2}$. J'y ai observé un clivage facile suivant les faces $e^{1/2}$ qui n'ont pas été citées par Laurent, à qui l'on doit la première description cristallographique de cette substance. Les principales incidences sont :



Incidences calculées.	Incidences observées.
$^*m\ m$ = 112°	112° (Laur.) 111° 45′ (Dx.)
$p\ h^1$ antér. = 113° 45′. . . .	//
p : arête $\frac{b^{1/2}}{b^{1/2}}$ = 120° 59′. . .	//
arête $\frac{b^{1/2}}{b^{1/2}}$: h^1 adj. = 125° 16′.	//
$p\ e^{1/2}$ = 125° 13′.	125° 9′ (Dx.)
$e^{1/2}\ e^{1/2}$ = 70° 26′ sur p. . .	69° 15′ environ (Dx.)
$^*p\ d^{1/2}$ = 140° 0′	140° (Laur.)
$^*d^{1/2}\ m$ adjacente = 149° 30′.	149° 30′ (Laur.)
$p\ b^{1/2}$ adjacent = 115° 48′. .	115° (Laur.) 115° 40′ (Dx.)
$e^{1/2}\ m$ antér. = 130° 29′. . .	129° 20′ environ (Dx.)
$e^{1/2}\ b^{1/2}$ = 133° 25′.	133° 8′ (Dx.)
$b^{1/2}\ m$ = 83° 55′ sur $e^{1/2}$. . .	83° 4′ (Dx.)

$b : h :: 1000 : 622,858$ D = 805,040 d = 593,220

Le plan des axes optiques est normal au plan de symétrie. La

bissectrice *aiguë* est parallèle à la diagonale horizontale de la base. Dans l'huile, la dispersion *propre* des axes est assez notable et $\rho > v$; la dispersion *croisée* ou *tournante* est également marquée et elle se manifeste par les couleurs des anneaux et par celles des barres qui les traversent lorsqu'ils sont vus parallèlement ou perpendiculairement au plan de polarisation; l'écart entre le plan des axes *rouges* et le plan des axes *bleus*, mesuré sur une macle artificielle, n'est pourtant que d'environ 0° 18'. Les axes *rouges*, *jaunes* et *bleus*, sont compris dans des plans faisant approximativement, à 20° C. des angles de :

12° 52' plan rouge, 12° 58' plan jaune, 13° 10' plan bleu, avec une normale à h^1 antérieure;

79° 7' plan rouge, 79° 13' plan jaune, 79° 25' plan bleu, avec une normale à p;

138° 8' plan rouge, 138° 14' plan jaune, 138° 26' plan bleu, avec une normale à l'arête $\frac{b^{1/2}}{b^{1/2}}$ postérieure.

Une lame un peu oblique à la bissectrice *aiguë* m'a donné :

$$2H = \begin{Bmatrix} 82^\circ\ 42' \\ 81^\circ\ 37' \end{Bmatrix} \text{ d'où } 2E = \begin{cases} 151^\circ\ 10' & \text{rayons rouges,} \\ 150^\circ\ 0' & \text{rayons bleus.} \end{cases}$$

— Épidote. J'ai indiqué dans mon Manuel de Minéralogie l'écartement des axes optiques et l'orientation de leur bissectrice, pour des cristaux de diverses localités. Mais, par suite d'une erreur de copie, l'inclinaison, sur une normale à h^1, de la bissectrice des axes rouges, verts et bleus, dans un cristal de la Caroline du nord, a été complétement dénaturée (on a pris une différence là où il aurait fallu prendre une somme). En adoptant pour forme primitive un prisme rhomboïdal oblique de 69° 56' offrant un clivage très-facile suivant sa base et une inclinaison de 115° 27' entre cette base et la face h^1 antérieure, voici comment on doit

rétablir les angles que la bissectrice *aiguë* fait avec les normales à p et à h^1 :

Avec une normale à p;	Avec une normale à h^1 antérieure;
27° 47′ axes rouges,	92° 20′ axes rouges,
27° 9′ axes verts,	91° 42′ axes verts,
26° 43′ axes bleus.	91° 16′ axes bleus.

Les axes optiques de l'épidote sont toujours si écartés, même dans des lames normales à la bissectrice *aiguë*, que dans l'air on voit seulement, à droite et à gauche de cette ligne, des portions d'anneaux correspondant aux deux axes. J'ai étudié avec les rayons rouges le déplacement qu'un des anneaux de chaque système, situé à égale distance de la bissectrice dans une belle plaque tirée d'un cristal de la Caroline du nord, éprouve sous l'influence de la chaleur. Cette étude m'a conduit à admettre qu'entre 36°.5 et 146°.5 C. l'un des axes se déplacerait d'environ 1° 30′ en marchant vers la bissectrice, tandis qu'entre 33°.5 et 170°.8 C. l'autre axe s'en éloignerait de 0° 32′. La bissectrice, entraînée par le mouvement de l'axe qui s'est le plus déplacé, éprouverait donc une dispersion d'environ 1°.

— ? Érythrine. Prisme rhomboïdal oblique de 94° 12′. $p\ h^1 = 124° 51'$; $e^1 g^1 = 120° 48'$. Clivage très-facile suivant g^1. Plan des axes optiques et bissectrice *négative* perpendiculaires au plan de symétrie. Dispersion assez notable des axes vus dans l'huile; $\rho > v$. Dispersion *tournante* à peine appréciable par les couleurs des anneaux, quoique sa mesure directe dans une macle artificielle donne environ 0° 40′ pour l'écart entre le plan des axes *rouges* et le plan des axes *bleus*. D'après cette mesure, le plan des axes *rouges* fait des angles de,

65° 26′ 30″ avec une normale à p,
120° 35′ 30″ avec une normale à h^1 antérieure.

Le plan des axes *bleus* fait respectivement, avec les mêmes lignes, des angles de 66° 6′ 30″ et de 121° 15′ 30″.

Plusieurs lames de clivage très-minces m'ont fourni, pour l'angle apparent des axes dans l'huile, vers 18° C.

	I	II	III	IV	
2H =	104° 41′	104° 5′	102° 58′	104° 34′	ray. rouges.
	104° 31′	103° 49′	102° 1′	104° 23′	ray. jaunes,
	102° 20′	101° 59′	//	//	ray. bleus.

La valeur de ces angles, quoique un peu inférieure à celle qu'on observe autour de la bissectrice *aiguë* dans le péridot, le diaspore, l'olivénite, la staurotide, etc. peut faire supposer que, pour l'érythrine, la bissectrice négative est celle de l'angle *obtus* des axes optiques; mais il est impossible de s'en assurer directement, la structure lamellaire et la fragilité des cristaux ne permettant pas d'obtenir les lames normales au plan de symétrie qu'exigerait cette vérification.

+ Euclase. En chauffant une plaque légèrement oblique au plan des axes, de 12° à 175°.8 C. et l'observant avec la lumière rouge, j'ai trouvé que l'hyperbole à couleurs pâles se déplaçait à peine et paraissait ne s'éloigner de la position initiale de la bissectrice que de 0° 22′, tandis que l'hyperbole à couleurs vives s'en écartait de 1° 56′. L'angle apparent des axes optiques dans l'air augmente donc de 2° 18′, et leur bissectrice éprouve une dispersion de 0° 47′ du côté de l'hyperbole à couleurs vives.

— Gay-Lussite. L'angle apparent des axes optiques augmente d'une manière sensible par la chaleur. Une plaque un peu oblique au plan des axes qui, à 17° C. donnait 2E = 51° 38′ (rayons rouges), 52° 53′ (rayons bleus), a fourni pour les rayons rouges :

2E =	51° 50′	à 21°.5 C.
	52° 8′	à 31°.5
	52° 22′	à 47°
	52° 48′	à 56°.5
	53° 32′	à 71°.5

Le plan des axes *rouges* n'éprouve au contraire qu'une rotation à peine appréciable, entre 21°.5 et 66°.5 C.

— Glaubérite. Une plaque, dont les axes *rouges* étaient légèrement séparés dans un plan parallèle à la diagonale horizontale de la base, à 36°.5 C. réunis à 40°.5 C. et séparés dans un plan parallèle au plan de symétrie, à partir de 40°.5, a été chauffée jusqu'à 170°.8 C. En étudiant l'écartement croissant des deux hyperboles, j'ai pu m'assurer que leur différence de marche ne dépassait guère 0° 30', et que par conséquent la bissectrice n'éprouvait qu'un déplacement à peine appréciable.

+ Gypse. En opérant sur une lame de 1mm,3 d'épaisseur, bien normale à la bissectrice *aiguë*, j'ai trouvé, pour l'écartement apparent des axes optiques et pour la température à laquelle ils se réunissent en un seul, des nombres un peu différents de ceux qui sont consignés dans mon premier et dans mon second Mémoire. Quant au déplacement que la chaleur fait éprouver aux deux axes optiques, il est presque exactement moitié plus grand pour l'un que pour l'autre, comme l'a constaté M. Neumann. L'axe doué de la plus grande vitesse correspond aux anneaux les plus larges qui, vus à 45° du plan de polarisation, avec le microscope polarisant ou avec deux *Nicols* croisés, sont traversés par une hyperbole offrant à l'*extérieur* une belle et large bordure d'un violet pur, et à l'*intérieur* une bordure étroite d'un vert jaunâtre (axe mat de M. Neumann); l'axe doué de la plus petite vitesse correspond aux anneaux plus étroits dont l'hyperbole est bordée par du rouge un peu vineux à l'*extérieur* et par du vert bleuâtre à l'*intérieur* (axe rouge de M. Neumann). Voici les principaux résultats que j'ai obtenus :

$$2E = \left\{ \begin{array}{l} 95^\circ\ 14'\ \text{rayons rouges} \\ 94^\circ\ 24'\ \text{rayons bleus} \end{array} \right\} \text{à } 20^\circ\ \text{C.}$$

A la même température, l'écart entre l'axe correspondant aux

rayons rouges et l'axe correspondant aux rayons bleus est d'environ :

0° 6′ dans le syst. à hyperbole bordée *extérieurement* de rouge,
0° 55′ dans le syst. à hyperbole bordée *extérieurement* de violet.

La bissectrice des axes *rouges* fait approximativement avec la bissectrice des axes *bleus* un angle de 0° 30′.

En opérant avec les rayons rouges :

$$2E = \begin{cases} 75^\circ\ 58' \text{ à } 47^\circ \text{ C.} \\ 59^\circ\ 19' \text{ à } 71^\circ.5 \\ 39^\circ\ 1' \text{ à } 95^\circ.5 \end{cases}$$

Vers 116° C. les axes *rouges* se réunissent, tandis que les *bleus* sont déjà notablement séparés dans un plan normal au plan de symétrie; à 120° C. les axes rouges s'ouvrent à leur tour dans ce plan. Entre 120° et 125°, température qu'on ne peut guère dépasser sans altérer la transparence et la composition du gypse, l'écartement des axes optiques, pour toutes les couleurs, va toujours en augmentant; mais malgré leur nouvelle orientation, ces axes ne manifestent pas de dispersion *horizontale* sensible.

Entre 20° et 95°.5 C. l'hyperbole à bordure violette s'est avancée vers le centre de 33° 35′, et l'hyperbole à bordure rouge de 22° 38′; la bissectrice des axes *rouges* a marché de 5° 28′ dans le même sens que l'hyperbole qui s'est le plus déplacée.

On sait qu'à la température ordinaire, la dispersion *inclinée* produit une dissymétrie marquée dans la forme et dans les couleurs des deux systèmes d'anneaux examinés avec la lumière blanche; cette dissymétrie va toujours en diminuant, sous l'influence de la chaleur, en même temps que l'angle apparent des axes optiques. Vers 105° C. les deux hyperboles offrent la même forme, avec une large bordure *extérieure* d'un beau violet, et une bordure *intérieure* plus étroite d'un jaune verdâtre; vers 111° les hyperboles sont très-rapprochées et presque entièrement vio-

lettes; leur couleur ne change pas, lorsqu'à 115° C. environ elles se réunissent en une croix parfaite.

HARTITE, de Gloggnitz en Autriche. A travers des lamelles très-minces, le microscope polarisant montre la naissance d'anneaux qui annoncent deux axes optiques très-écartés, autour d'une bissectrice *positive* qui est *peut-être* normale à la direction où se voit une sorte de clivage interrompu. Lorsqu'on parvient à apercevoir un des systèmes d'anneaux, son hyperbole est bordée, à 45° du plan de polarisation, par des couleurs assez vives, rouge à l'*intérieur*, bleu à l'*extérieur*. Malheureusement ces données sont insuffisantes pour établir si la forme cristalline est bien clinorhombique comme semblent l'indiquer les petits cristaux qu'on obtient en faisant évaporer une solution éthérée ou alcoolique de la substance.

+ HEULANDITE. J'ai déjà décrit, dans mon Manuel de Minéralogie, les modifications que la chaleur apporte à l'orientation et à l'écartement des axes optiques de ce minéral. J'ai cherché depuis si sa dispersion *tournante* était modifiée par la même cause. Pour cela, j'ai chauffé de 15° à 80° C. environ, plusieurs lames de clivage où cette dispersion était très-marquée, et j'ai trouvé que le plan des axes *rouges* éprouvait une légère rotation, mais sans pouvoir en déterminer la valeur, à cause du peu de netteté des barres qui traversaient les anneaux.

— HORNBLENDE. J'ai cité, dans mon Manuel de Minéralogie, un gros cristal de hornblende brune de Bilin (?) dont la bissectrice *négative* est presque perpendiculaire à l'arête verticale $\frac{m}{m}$, au lieu de faire avec une normale à cette ligne un angle de 15°, comme celle des hornblendes du cap de Gates. Je me suis assuré depuis, que cette bissectrice était bien celle de l'angle aigu des axes optiques, car dans une lame qui lui était perpendiculaire,

j'ai trouvé, pour l'écartement apparent dans l'huile, $2H = 92^\circ 37'$ (rayons rouges).

Autour de l'un des axes, les anneaux sont ronds et l'hyperbole qui les traverse est bordée à l'*intérieur* par du vert, à l'*extérieur* par du rouge à éclat vif; autour de l'autre axe, les anneaux sont seulement un peu plus ovales, mais les bordures de l'hyperbole ont des couleurs à peine discernables où l'on peut cependant reconnaître encore du verdâtre *intérieurement* et du rougeâtre *extérieurement*. La dispersion des axes indique donc $\rho < v$, comme dans l'actinote et dans la hornblende du cap de Gates. Quant à la dispersion *inclinée*, elle n'est accusée que par une différence notable entre l'éclat des couleurs qui bordent les deux hyperboles, ces couleurs étant d'ailleurs distribuées suivant le même ordre.

— HUREAULITE. Ce minéral avait été rangé à tort, dans mon deuxième Mémoire, parmi les corps à bissectrice positive. J'ai reconnu depuis, par la mesure de l'écartement des axes optiques dans l'huile, que la bissectrice *aiguë* est en réalité *négative*. Cette bissectrice est normale au plan de symétrie. L'angle apparent des axes est trop grand pour être mesuré dans l'air, et, par suite d'enchevêtrements intérieurs, il varie un peu suivant les plages d'un même cristal. Leur dispersion, notable dans l'huile, est très-forte dans l'air, avec $\rho < v$. La dispersion *tournante* est marquée, et l'écart entre le plan des axes *rouges* et celui des axes *bleus* est d'environ 1°. J'ai trouvé approximativement, pour l'orientation du plan des axes *rouges* :

$74^\circ\ 27'$ avec une normale à p,
$68^\circ\ 29'$ avec une normale à o^5,
$15^\circ\ 0'$ avec une normale à h^1 antérieure.

Le plan des axes *bleus* fait respectivement avec les mêmes lignes des angles de $75^\circ\ 27'$; $69^\circ\ 29'$; $14^\circ\ 0'$.

Plusieurs lames, prises sur des cristaux de la variété rose et

passablement normales à la bissectrice *aiguë*, ont donné dans l'huile, à 16° C.

I

$$2H = \begin{cases} 85^\circ\ 52' & \text{d'où } 2E = 173^\circ\ 52' \text{ rayons rouges,} \\ 86^\circ\ 22' & \text{d'où réflexion totale dans l'air, rayons jaunes,} \\ 87^\circ\ 17' & \text{d'où réflexion totale dans l'air, rayons bleus.} \end{cases}$$

II

$$2H = \begin{cases} 84^\circ\ 51' \\ 85^\circ\ 20' \end{cases} \text{d'où } 2E = \begin{cases} 163^\circ \text{ rayons rouges,} \\ 168^\circ\ 26' \text{ rayons jaunes,} \end{cases}$$
$$\quad 85^\circ\ 34' \text{ d'où réflexion totale dans l'air, rayons bleus.}$$

III

$$2H = \begin{cases} 85^\circ\ 55' & \text{d'où } 2E = 174^\circ\ 57' \text{ rayons rouges,} \\ 86^\circ\ 18' & \text{d'où réflexion totale dans l'air, rayons jaunes,} \\ 86^\circ\ 56' & \text{d'où réflexion totale dans l'air, rayons bleus.} \end{cases}$$

D'après le déplacement qu'éprouve la partie intérieure d'un des anneaux de chaque système situé à égale distance de la bissectrice, on peut admettre que l'angle apparent des axes *rouges* dans l'air diminue de 6° 34' entre 41°.5 et 121° C.

+ Hydrargillite de l'Oural. Prisme rhomboïdal oblique voisin de 60°. $ph^1 = 92^\circ\ 13'$. Cristaux fréquemment maclés par hémitropie autour d'un axe normal à h^1 et présentant, entre les bases des deux individus, d'un côté un angle rentrant, du côté opposé un angle sortant d'environ 175° 34'. Clivage très-facile suivant la base. Les lames clivées offrent souvent, dans la lumière polarisée parallèle, une marqueterie intérieure plus ou moins complexe, indiquant des pénétrations de plusieurs individus à contours irréguliers.

Plan des axes optiques tantôt parallèle à la diagonale horizontale de la base et faisant avec une normale à cette face un angle d'environ 41° 26' pour les axes *rouges*, tantôt parallèle au plan de symétrie, suivant la température à laquelle la plaque est soumise. Lorsque les axes offrent la première orientation, la disper-

sion *horizontale* est inappréciable; lorsqu'ils offrent la seconde, la dispersion *inclinée* est faiblement indiquée par une légère différence dans la forme des deux hyperboles.

Bissectrice *aiguë* normale à la diagonale horizontale de la base, quelle que soit l'orientation du plan des axes.

Dans une lame de clivage épaisse, assez homogène, les axes *rouges*, à 26°.5 C. étaient notablement séparés dans un plan parallèle à la diagonale horizontale et les axes *bleus* presque réunis; leur dispersion était donc assez forte avec $\rho > v$; à 47° C. les axes *bleus* faisaient entre eux un très-petit angle dans le plan de symétrie, tandis que les axes *rouges* étaient encore séparés dans leur plan primitif; à 56°.5, ces derniers commençaient à s'ouvrir dans le plan de symétrie. En chauffant jusqu'à 170°.8 C. l'angle des axes *bleus* et celui des axes *rouges* ont toujours été en augmentant; leur dispersion paraissait assez prononcée, avec $\rho < v$. La dispersion *inclinée* a également subi l'influence de la chaleur, et la bissectrice a changé de position à mesure que la température s'élevait; car, tandis que l'une des hyperboles restait à peu près fixe entre 71°.5 et 170°.8 C., l'autre se déplaçait d'environ une division du micromètre.

Dans une autre lame de clivage où les axes *rouges* et les axes *bleus* s'ouvraient déjà dans le plan de symétrie, à la température ordinaire, les deux hyperboles étaient situées du même côté de la normale à la lame. L'angle que chacun des axes fait avec cette normale, à 15° C. a été trouvé approximativement de :

Premier axe;	Deuxième axe;
50° 12′ rayons rouges,	35° 9′ 30″ rayons rouges,
53° 1′ 30″ rayons bleus.	34° 36′ 30″ rayons bleus.

Si l'on pouvait se procurer des lames, parallèles au plan de symétrie, permettant de déterminer exactement l'orientation des bissectrices par rapport à la normale au plan de clivage, les données précédentes suffiraient pour obtenir la valeur de l'angle réel des axes optiques.

C'est à l'obligeance de mon ami, M. de Kokscharow, que je dois les belles lames transparentes sur lesquelles j'ai opéré. D'après les propriétés optiques que je viens de décrire, on ne saurait douter que leur forme, regardée d'abord par ce savant comme appartenant au système hexagonal, ne soit clinorhombique; aussi M. de Kokscharow a-t-il déjà inséré mes conclusions dans ses *Materialen zur Mineralogie Russlands*, IV[e] vol. p. 398.

+ HYPOSULFITE DE SOUDE. Il est probable que dans ce sel, où H. de Senarmont a signalé une dispersion *tournante* si prononcée[1], l'angle des axes optiques varie avec les échantillons; car, dans plusieurs lames de clivage normales à la bissectrice *aiguë*, j'ai trouvé que l'écartement apparent dans l'air était supérieur à 150°, tandis que d'après de Senarmont il ne serait que de 100° à 110°.

La dispersion propre des axes, faible dans l'huile avec $\rho > v$, est, au contraire, forte dans l'air avec $\rho < v$. Une lame mince, parfaitement normale à la bissectrice, observée dans l'air d'abord et dans l'huile ensuite, sans avoir été changée de place, m'a donné à 12° C.

$$2E = \begin{cases} 154^\circ\ 1' & \text{rayons rouges,} \\ 154^\circ\ 14' & \text{rayons jaunes,} \\ 155^\circ\ 57' & \text{rayons bleus.} \end{cases}$$

$$2H = \begin{cases} 82^\circ\ 44' \\ 82^\circ\ 42' \\ 82^\circ\ 30' \end{cases} \text{d'où } 2E = \begin{cases} 151^\circ\ 19' & \text{rayons rouges,} \\ 151^\circ\ 47' & \text{rayons jaunes,} \\ 154^\circ\ 4' & \text{rayons bleus.} \end{cases}$$

Deux causes contribuent probablement à produire les différences qu'on remarque entre les valeurs de 2E déduites de la mesure de 2H et celles qui ont été obtenues directement. La première et sans doute la moins influente, c'est que l'indice de l'huile que j'emploie habituellement est peut-être un peu faible

[1] Voy. mon premier Mémoire et *Remarques sur les propriétés optiques de quelques cristaux*, par H. de Senarmont (*Annales de chimie et de physique*, t. XLI).

pour la température de 12° C. à laquelle j'ai opéré; la seconde c'est que, dans des plaques de substances à indice *moyen* faible (Thénardite par exemple), qui seules permettent la mesure dans l'air d'écartements aussi grands que 150 à 155°, le moindre défaut de parallélisme entre les faces peut amener des erreurs de plusieurs degrés.

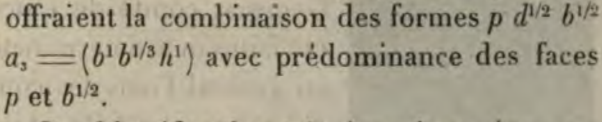
En chauffant avec précaution des lames minces de clivage entre 21°.5 et 47° C. on voit que les axes optiques éprouvent un léger rapprochement et que le plan des axes *rouges* tourne d'une très-petite quantité.

+ Hyposulfite de strontiane; Sr O, $S^2 O^2$ + 5 Aq.
Prisme rhomboïdal oblique de 78° 2′ (Marignac).

Angles calculés.	Angles calculés.
{ $p\ d^{1/2}$ = 117° 14′	$b^{1/2}\ b^{1/2}$ = 76° 34′ avant
{ $p\ b^{1/2}$ = 82° 44′ sur $d^{1/2}$	$a_3\ a_3$ adjac. = 114° 16′
$p\ a_3$ antér. = 92° 36′	p : arête $\frac{a_3}{a_3}$ antér. = 93° 5′
$d^{1/2}\ d^{1/2}$ = 90° 34′ avant	p : arête $\frac{b^{1/2}}{b^{1/2}}$ infér. = 78° 13′

Clivage très-facile suivant la base *p*. Macles fréquentes par hémitropie autour d'un axe normal à la base; plan d'assemblage parallèle à cette face.

Les cristaux, sur lesquels j'ai déterminé les propriétés optiques, offraient la combinaison des formes $p\ d^{1/2}\ b^{1/2}\ a_3 = (b^1 b^{1/3} h^1)$ avec prédominance des faces p et $b^{1/2}$.





Double réfraction très-énergique. Axes optiques très-écartés, situés dans un plan parallèle à la diagonale horizontale de la base; bissectrice *aiguë* positive, normale à cette ligne. D'après des mesures prises sur une macle artificielle, formée par deux lames taillées parallèlement au plan de symétrie et as-

semblées suivant la base, le plan des axes correspondant aux rayons rouges s'écarte à peine de 7 à 8 minutes du plan des axes correspondant aux rayons bleus. La dispersion *horizontale* est donc presque nulle; aussi est-elle à peine indiquée par les bordures des barres qui traversent les deux systèmes d'anneaux vus dans l'huile parallèlement ou perpendiculairement au plan de polarisation. La bissectrice des axes correspondant aux rayons jaunes fait des angles d'environ :

11° 3′ avec une normale à p,

75° 52′ avec une normale à l'arête antérieure $\frac{a_3}{a_3}$,

90° 44′ avec une normale à l'arête inférieure $\frac{b^{1/2}}{b^{1/2}}$.

La dispersion des axes apparents dans l'huile est très-faible, avec $\rho < v$. J'ai trouvé pour leur écartement, à 20° C.

$$2H = \begin{cases} 84^\circ\ 57' & \text{rayons rouges,} \\ 85^\circ\ 1' & \text{rayons jaunes,} \\ 85^\circ\ 22' & \text{rayons bleus.} \end{cases}$$

— KLAPROTHITE. Prisme rhomboïdal oblique de 92°.



$o^1 a^1$ adj. $= 120^\circ 39'$; $d^{1/2}\ d^{1/2} = 100^\circ 20'$ sur o^1; $b^{1/2}\ b^{1/2} = 99^\circ 40'$ sur a^1; $d^{1/2}\ b^{1/2} = 135^\circ 25'$ sur m; $d^{1/2}\ b^{1/2} = 97^\circ 33'$ sur e^1. Les cristaux de Georgia, comté de Lincoln, sur lesquels ont été faites mes déterminations optiques, offrent en général l'une des combinaisons de formes $d^{1/2}\ b^{1/2}$ ou $o^1\ d^{1/2}\ b^{1/2}$, et ils ont l'aspect d'octaèdres cunéiformes plus ou moins allongés dans la direction de l'arête $\frac{b^{1/2}}{b^{1/2}}$, ou aplatis suivant une face $b^{1/2}$, alors très-prédominante.

Plan des axes optiques parallèle au plan de symétrie. La bissectrice *aiguë* des axes moyens fait des angles d'environ :

70° avec une normale à o^1,
50° 39′ avec une normale à l'arête postérieure $\frac{b^{1/2}}{b^{1/2}}$.

Dans l'huile, la dispersion *propre* des axes est à peine appréciable et $\rho > v$; dans l'air elle est au contraire assez notable et $\rho < v$. La dispersion *inclinée* n'est indiquée que par une très-légère différence dans la vivacité des couleurs des deux systèmes d'anneaux. L'écartement varie un peu avec les cristaux et avec les plages d'un même cristal. Deux lames très-minces assez bien normales à la bissectrice *aiguë* m'ont donné, pour l'angle apparent dans l'huile et dans l'air, à 15° C.

Première lame.

$$2H = \begin{cases} 77° \ 16' \\ 77° \ 11' \end{cases} \text{d'où } 2E = \begin{cases} 132° \ 29' \text{ rayons rouges,} \\ 134° \ 25' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

Deuxième lame.

$$2H = \begin{cases} 78° \ 36' \\ 78° \ 22' \end{cases} \text{d'où } 2E = \begin{cases} 136° \ 25' \text{ rayons rouges,} \\ 138° \ 4' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

En chauffant, de 17° à 195°.8 C. une plaque un peu oblique à la bissectrice et laissant voir dans l'air un de ses systèmes d'anneaux, l'hyperbole qui traversait ces anneaux, à 45° du plan de polarisation, m'a paru se rapprocher très-légèrement du centre.

+ KOTSCHUBÉITE (Kokscharow; *Materialen zur Mineralogie Russlands,* IVe vol. p. 132). Ce minéral de l'Oural est un clinochlore d'un beau violet, qui se présente en gros cristaux maclés ayant l'apparence de pyramides hexagonales basées, souvent pénétrés par des lames de Kämmererite de même couleur. L'écartement des axes optiques est essentiellement variable suivant les plages et sa mesure peut rarement s'obtenir avec exactitude, à cause des enchevêtrements intérieurs. Dans une lame de clivage assez homogène, j'ai trouvé que la bissectrice *aiguë* faisait avec une normale au plan de clivage à peu près le même angle que

dans le clinochlore vert de Pensylvanie. L'une des hyperboles, à couleurs vives, était bordée par du violet à l'*intérieur* et par du rouge à l'*extérieur;* l'autre hyperbole, plus courbe, offrait des bordures disposées dans le même ordre, mais d'une nuance plus pâle; donc $\rho < v$. A 12° C. l'angle apparent des axes *rouges* était d'environ :

$$2E = \begin{cases} 38^\circ\ 38' \text{ première plage}, \\ 42^\circ\ 8' \text{ deuxième plage}. \end{cases}$$

En chauffant la lame de 12° à 170°.8 C. l'hyperbole à couleurs vives s'est déplacée de 1 division du micromètre, tandis que l'hyperbole à couleurs pâles ne s'est déplacée que d'environ $\frac{1}{2}$ division, toutes deux s'écartant d'ailleurs de la position initiale de la bissectrice. Cette ligne a donc éprouvé, dans son orientation, un changement semblable à celui que j'ai signalé dans le clinochlore vert.

— Laumonite. Les caractères optiques ont été décrits dans mon Manuel de Minéralogie. Une lame mince chauffée jusque vers 75° C. n'a paru éprouver qu'une augmentation à peine appréciable dans l'angle apparent de ses axes optiques.

— Liroconite. Dans mon deuxième Mémoire, j'ai dit que la dispersion des axes optiques était à peu près nulle, ainsi que la dispersion *tournante*, et que l'écartement apparent était supérieur à 124°. De nouvelles observations m'ont permis de déterminer cet écartement d'une manière plus précise et de constater, pour la dispersion propre des axes dans l'air, $\rho < v$. En opérant sur deux lames minces, un peu obliques à la bissectrice *aiguë*, j'ai trouvé dans l'huile à 16° C.

Première lame.

$$2H = \begin{cases} 78^\circ\ 8' \\ 78^\circ\ 10'\ 30'' \\ 78^\circ\ 49' \end{cases} \text{ d'où } 2E = \begin{cases} 135^\circ\ 1' \text{ rayons rouges}, \\ 135^\circ\ 31' \text{ rayons jaunes}, \\ 139^\circ\ 32' \text{ rayons bleus}. \end{cases}$$

Deuxième lame.

$$2H = \begin{cases} 77^\circ\ 24'\ 40'' \\ 77^\circ\ 18' \\ 76^\circ\ 57'\ 40'' \end{cases} \text{d'où } 2E = \begin{cases} 132^\circ\ 54' \text{ rayons rouges,} \\ 132^\circ\ 57' \text{ rayons jaunes,} \\ 133^\circ\ 46' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

La seconde lame m'a donné directement dans l'air,

$$2E = \begin{cases} 132^\circ\ 22' \text{ rayons rouges,} \\ 133^\circ\ 57' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

L'angle apparent des axes n'a paru éprouver qu'une modification à peine appréciable dans une lame chauffée jusque vers 75°.

— LUNNITE; phosphorochalcite. Prisme rhomboïdal oblique de 38° 56'. $p\,h^1$ antér. = 103° 26'; $p\,a^1$ = 166° 44'; $a^1\,h^1$ adj. = 89° 50'; $a^{1/2}\,h^1$ adjacente = 103° 7'; $d^{1/2}\,d^{1/2}$ = 117° 49' en avant; $b^{1/2}\,b^{1/2}$ = 112° 32' sur a^1; $d^{1/2}\,h^1$ antér. = 111° 33'; $b^{1/2}h^1$ = 90° 8' sur $d^{1/2}$; $d^{1/2}\,b^{1/2}$ adjacent = 158° 35'.

Double réfraction énergique. Plan des axes optiques parallèle à la diagonale horizontale de la base. Bissectrice *aiguë* normale à cette diagonale et faisant des angles d'environ :

41° 24' avec une normale à l'arête $\frac{d^{1/2}}{d^{1/2}}$,
107° 0' avec une normale à h^1 antérieure.

Dispersion des axes très-faible, paraissant indiquer $\rho < v$. Dispersion *horizontale* inappréciable. L'écartement des axes optiques varie avec les échantillons, à cause des enchevêtrements nombreux et irréguliers qu'ils présentent. Une lame très-mince, un peu oblique à la bissectrice *aiguë*, m'a donné dans l'air pour la lumière blanche,

$$2E = 95^\circ \text{ environ.}$$

Les cristaux bien conformés de cette substance sont si rares

et si petits, que les observations précédentes ne peuvent être regardées que comme approximatives. Tout imparfaites qu'elles sont, je n'aurais pu les terminer, sans un envoi dont je suis redevable à la bienveillance de M. de Rath, professeur à l'université de Bonn.

— MALACHITE. Prisme rhomboïdal oblique de 104° 20′. $p\,h^1 = 118° 10'$; $a^{3/4}\,h^1$ adjacente $= 98° 43'$. Clivage très-facile et très-net suivant p; plus difficile suivant le plan de symétrie. Les cristaux de Rheinbreitenbach, sur lesquels ont été déterminées les propriétés optiques, sont généralement maclés par hémitropie autour d'un axe normal à h^1.

Double réfraction énergique. Plan des axes optiques parallèle au plan de symétrie. La dispersion propre des axes est notable dans l'air, avec $\rho < v$. La dispersion *inclinée* est au contraire peu marquée; elle ne se manifeste que par la forme des anneaux, qui sont plus ovales dans un système que dans l'autre, et par les bordures des hyperboles dont les couleurs, à 45° du plan de polarisation, paraissent un peu plus vives autour de l'hyperbole des anneaux ovales qu'autour de l'hyperbole des anneaux ronds. Ces couleurs sont d'ailleurs distribuées suivant le même ordre pour les deux hyperboles, et elles offrent du bleu à l'*intérieur* et du rouge à l'*extérieur*. Les axes optiques vus dans l'air, à travers une lame de clivage parallèle à la base, sont situés l'un à droite l'autre à gauche de la normale à la lame; d'après les observations de M. V. von Lang[1] et les miennes, on peut admettre qu'ils font respectivement avec cette normale, vers 15° C. des angles d'environ :

Anneaux ronds;		Anneaux ovales;
33° 57′	et	57° 16′ rayons rouges,
34° 0′	et	57° 21′ rayons jaunes,
35° 40′	et	60° 25′ rayons bleus.

[1] *Philosoph. magazine*, 4ᵉ série, vol. XXV et XXVIII.

La bissectrice *aiguë* fait approximativement avec les normales à p et à h^1 des angles de :

4° 40′ 30″ rayons rouges, 4° 39′ rayons jaunes, (normale à p);
66° 31′ rayons rouges, 66° 29′ rayons jaunes, (normale à h^1).

L'indice moyen, mesuré sur un prisme de 28° 34′ dont l'arête réfringente était passablement normale au plan des axes, a pour valeur :

$$\beta = \begin{cases} 1.87 \text{ rayons rouges,} \\ 1.88 \text{ rayons jaunes,} \\ 1.89 \text{ rayons verts.} \end{cases}$$

Des données précédentes, on déduit [1] pour l'écartement réel et pour l'écartement apparent dans l'air :

$$2V = \begin{cases} 44^\circ\ 5' \quad 2E = 89^\circ\ 8' \text{ rayons rouges,} \\ 43^\circ\ 54' \quad 2E = 89^\circ\ 18' \text{ rayons jaunes.} \end{cases}$$

[1] En désignant par AN et par NB les angles que les axes optiques font dans l'intérieur d'une lame biréfringente avec une normale à cette lame, par AB l'angle réel des axes, par NA′, NB′ et nN, les inclinaisons respectives de chacun des axes vus dans l'air et de leur bissectrice avec la même normale, il est facile d'établir les relations :



$$V = \frac{1}{2} AB = AN + nN = BN - nN;$$

$$\cot AN = \frac{\sin NB' - \sin NA' \cos 2nN}{\sin NA' \sin 2nN};$$

$$\frac{\sin A'N}{\sin AN} = \frac{\sin B'N}{\sin BN} = \beta.$$

Ces relations permettent de calculer l'angle réel des axes optiques et l'indice moyen en fonction des données de l'observation A′N, B′N et nN; mais en général elles ne fournissent, lorsqu'on opère sur des lames naturelles de clivage, que des résultats approximatifs, à cause de l'imperfection de ces lames et des erreurs dont est susceptible la détermination de chacune des trois quantités A′N, B′N et nN. Aussi est-il préférable, toutes les fois que cela est possible, de mesurer directement l'indice *moyen* et d'en déduire les valeurs de AN et de BN, valeurs qui doivent conduire au même angle réel V, si les observations ont été bien faites.

La dispersion des axes *intérieurs* serait donc de sens contraire à celle des axes vus dans l'air.

En chauffant une lame de clivage jusqu'à 75° environ, on n'aperçoit aucun déplacement appréciable des axes optiques.

— MOLYBDATE D'AMMONIAQUE; Am O, 2Mo O^3 + Aq. Prisme rhomboïdal oblique de 150° 24'. $e^{1/2} g^1 = 113° 45'$; $e^{1/2}m$ antérieure $= 115° 59'$; $pg^1 = 92° 2'$; ar. $\frac{e^{1/2}}{e^{1/2}}$: ar. $\frac{m}{m} = 112° 20'$ (Marignac). Les cristaux que j'ai étudiés n'offraient que les formes m, g^3, g^1, $e^{1/2}$, $p = (b^{1/5}\, b^{1/7}\, h^{1/6})$, dont la dernière était prédominante. Clivage très-facile suivant g^1.

Double réfraction très-énergique. Plan des axes optiques parallèle au plan de symétrie. Dans l'huile, la dispersion propre des axes est faible et indique $\rho < v$. La dispersion *inclinée* se manifeste par une différence appréciable dans la forme et la vivacité des couleurs des anneaux correspondant aux deux axes, ceux à couleurs pâles étant assez ovales et ceux à couleurs vives à peu près circulaires. Dans une macle artificielle composée de deux lames de clivage parallèles au plan de symétrie, la bissectrice des axes *rouges* s'écarte d'environ 0° 19' de la bissectrice des axes *bleus*. Ces deux lignes font approximativement des angles de :

87° 28' rouge }
87° 9' bleu } avec une normale à l'arête $\frac{m}{m}$,

19° 48' rouge }
19° 29' bleu } avec une normale à l'arête $\frac{e^{1/2}}{e^{1/2}}$.

Une lame très-mince, assez bien normale à la bissectrice *aiguë*, m'a donné vers 16° pour l'angle apparent des axes dans l'huile :

$$2H = \begin{cases} 91° 31' \text{ rayons rouges,} \\ 91° 52' \text{ rayons jaunes,} \\ 92° 50' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

+ MOLYBDATE DE SOUDE; Na O^4, 9Mo O^3 + 28Aq. Cristaux se rapportant à un prisme clinorhombique et offrant habituellement

la forme du prisme rectangulaire oblique dérivé, h^1 g^1 p, modifié par les deux hémioctaèdres $d^{1/2}$ et $b^{1/2}$. p h^1 = 103° 25'; $d^{1/2}$ h^1 = 118° 38'; $b^{1/2}$ h^1 adj. = 108° 30'; $d^{1/2}$ $b^{1/2}$ = 132° 52'; $d^{1/2}$ $d^{1/2}$ adj. = 76° 12'; $b^{1/2}$ $b^{1/2}$ adj. = 63° 32' (Zenker). Clivage difficile suivant h^1.

La plupart des échantillons résultent de l'accolement de nombreux individus assemblés suivant un plan parallèle à h^1 et quelquefois hémitropes autour d'un axe normal à cette face.

Double réfraction énergique. Les axes optiques, pour toutes les couleurs du spectre, s'ouvrent dans des plans parallèles à la diagonale horizontale de la base; leur bissectrice *aiguë* est perpendiculaire à cette ligne. Dans l'air, les plans qui renferment les axes *rouges*, les axes *jaunes* et les axes *bleus*, font respectivement des angles d'environ :

5° 4'	avec une normale à h^1 antér.	rouge,
71° 31'	avec une normale à p	
5° 25'	avec une normale à h^1	jaune,
71° 10'	avec une normale à p	
6° 55'	avec une normale à h^1	bleu.
69° 40'	avec une normale à p	

Il y a donc un écart de 1° 51' entre le plan des axes *rouges* et celui des axes *bleus*.

Dans l'huile, la dispersion propre des axes est faible et indique $\rho > v$. La dispersion *horizontale* est au contraire très-marquée, et elle se manifeste par des couleurs très-vives formant des bordures symétriques de chaque côté de la barre qui traverse l'anneau central des deux systèmes, vus perpendiculairement ou parallèlement au plan de polarisation.

Une lame bien normale à la bissectrice *aiguë* m'a donné, pour l'écartement apparent dans l'huile, vers 16° C.

$$2H_a = \begin{cases} 95° 58' \text{ rayons rouges,} \\ 95° 54' \text{ rayons jaunes,} \\ 95° 40' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

Dans une lame parallèle au plan de symétrie et normale à la bissectrice *obtuse*, la dispersion propre des axes était assez forte, tandis que la dispersion *croisée* ou *tournante* paraissait faible. J'y ai trouvé :

$$2H_o = \begin{cases} 110° 24' \text{ rayons rouges,} \\ 110° 52' \text{ rayons jaunes,} \\ 112° 36' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

Des valeurs de H_a et de H_o on conclut approximativement :

$$2V = \begin{cases} 84° 16' \\ 84° 6' \\ 83° 24' \end{cases} \quad \beta = \begin{cases} 1.622 \text{ rayons rouges,} \\ 1.627 \text{ rayons jaunes,} \\ 1.646 \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

+ Monazite. Prisme rhomboïdal oblique de 93° 10'. $ph^1 = 103° 46'$; $pm = 99° 57'$; $po^1 = 143° 6'$; $pa^1 = 130° 6'$. Clivage net et facile suivant *p;* moins facile suivant h^1; plus difficile suivant g^1. Les propriétés optiques ont été déterminées sur les petits cristaux d'un rouge brun qu'on trouve engagés dans la Sillimanite de Norwich, Connecticut.

Double réfraction peu énergique. Plan des axes optiques parallèle à la diagonale horizontale de la base; bissectrice *aiguë* perpendiculaire à cette ligne. Le plan qui renferme les axes moyens fait des angles d'environ :

10° avec une normale à *p*,
86° 14' avec une normale à h^1 antérieure.

La dispersion propre des axes est inappréciable par les bordures des hyperboles vues dans l'air, à 45° du plan de polarisation. La dispersion *horizontale* est sensiblement nulle.

Une lame, clivée suivant la base et redressée à l'aide de petites cales de verre, m'a donné à 17° C.

$$2E = \begin{cases} 29° 4' \text{ rayons rouges,} \\ 28° 48' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

En élevant la température jusqu'à 146°.5, l'angle apparent des axes *rouges* a paru subir une légère diminution d'environ 0° 57'. Quant au plan qui contient ces axes, il n'a éprouvé aucun déplacement appréciable entre 36°.5 et 195°.8 C.

— Orcine; C^{14} H^{8} O^{4} + 2Aq. Dans mon premier Mémoire, j'avais seulement donné les incidences principales mesurées par M. Miller et l'orientation du plan des axes optiques observée par H. de Senarmont. De beaux cristaux, qui m'ont été récemment remis par M. V. de Luynes, m'ont permis de compléter ces premières indications. Les cristaux préparés par M. de Luynes offrent en apparence un prisme hexagonal terminé par un biseau dissymétrique et présentant la combinaison des formes $m\,h^1 p\,o^1$. On peut les rapporter à un prisme rhomboïdal oblique de 77° 31'; leurs incidences calculées, comparées à celles que j'ai observées sur un grand nombre d'échantillons et à celles de M. Miller sont :

	Calculé.	Observé. Dx.	Observé. Miller.
$m\,m$ =	77° 31' avant...	77° 19' moyenne..	//
$m\,h^1$ =	128° 45' 30"....	128° 44'.........	//
*$m\,m$ =	102° 29' côté....	102° 29'.........	102° 24'
$p\,o^1$ =	139° 50'.......	140° 30'(1) moyenne.	//
*$p\,h^1$ =	96° 6' sur o^1 ...	96° 6'..........	96° 23'
*$o^1\,h^1$ =	136° 16'.......	136° 16'.........	136° 16'
$p\,m$ =	93° 49'........	//	//

Angle plan de la base = 77° 11' 56"

Angle plan des faces latérales = 94° 45' 50"

$b : h :: 1000 : 729{,}195 \quad D = 623{,}872 \quad d = 781{,}526.$

[1] Le biseau terminal paraît bien être, sur mes cristaux, le même que celui qui a été figuré par M. Miller (voy. le *Handbuch der krystallographischen Chemie* de M. Rammelsberg); seulement ma face o^1 doit avoir été regardée à tort comme placée sur l'angle solide aigu *a* de la forme primitive, par suite d'une erreur qui a attribué l'angle 96° 23' à l'inclinaison $p\,h^1$ adjacente, au lieu de l'appliquer à $p\,h^1$ sur o^1.

D'autres cristaux très-gros, provenant de la fabrication de M. Ménier et offrant les mêmes formes que ceux de M. de Luynes, sont fortement aplatis suivant h^1; tous se clivent avec la plus grande facilité dans cette direction, ce qui rend difficile le travail des plaques nécessaires pour la détermination des propriétés optiques biréfringentes.

Les axes optiques s'ouvrent dans un plan parallèle au plan de symétrie. La bissectrice *aiguë* des axes moyens fait des angles d'environ :

38° 54′ avec une normale à p,
1° 16′ avec une normale à o^1,
45° 0′ avec une normale à h^1 antérieure.

La dispersion *inclinée* paraît à peu près nulle. Les anneaux ont la même forme dans les deux systèmes et chaque anneau central est traversé, à 45° du plan de polarisation, par une hyperbole qui offre une bordure d'un rouge pâle à l'*extérieur* et d'un bleu pâle à l'*intérieur*. La dispersion propre des axes est faible et $\rho < v$.

Une lame un peu oblique au plan des axes m'a donné pour l'écartement apparent dans l'air, à 20° C.

$$2E = \begin{cases} 53° \ 21' \text{ rayons rouges,} \\ 53° \ 41' \text{ rayons jaunes,} \\ 54° \ 23' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

— ORTHOSE. Dans mes *Observations sur les modifications permanentes et temporaires que l'action de la chaleur apporte à quelques propriétés optiques de plusieurs corps cristallisés* [1], il a seulement été question, pour diverses variétés d'orthose soumises à des températures plus ou moins élevées, des changements qu'éprouve l'angle apparent de leurs axes optiques.

[1] *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, séance du 8 juillet 1861, et *Annales des mines*, t. II, année 1862.

J'ai voulu m'assurer depuis, si la dispersion *horizontale* et la dispersion *inclinée* que présentent ces axes, suivant l'orientation du plan qui les contient, étaient aussi modifiées par la chaleur, et pour cela j'ai procédé de la manière suivante :

1° Une plaque d'adulaire du Saint-Gothard, dont une plage offrait des axes assez rapprochés situés dans un plan parallèle à la diagonale horizontale de la base, a été chauffée de 17° à 195°.8. En opérant avec les rayons rouges et perpendiculairement au plan de polarisation, j'ai bien vu les deux axes se rapprocher jusqu'à se confondre, et par suite les deux systèmes d'anneaux se réduire à un seul, d'une forme à peu près circulaire; mais la branche horizontale de la croix qui traverse les anneaux m'a paru conserver exactement la même position à toutes les températures.

2° Une plaque épaisse d'orthose de Wehr, dont les axes s'ouvraient dans le plan de symétrie et où la dispersion *inclinée* s'accusait, à 45° du plan de polarisation, par des bordures d'une couleur plus vive autour d'une des hyperboles qu'autour de l'autre, a été chauffée de 12° à 146°.5 C. L'angle des axes *rouges*, qui était de 23° 31′ à 12° C. est devenu 44° 34′ à 146°.5 C. L'axe correspondant à l'hyperbole à bordures vives s'est écarté de la position initiale de la bissectrice un peu plus vite que l'axe correspondant à l'hyperbole à bordures pâles, et la bissectrice elle-même s'est déplacée d'environ 0° 56′ en marchant vers l'axe doué de la plus grande vitesse.

L'action de la chaleur paraît donc nulle sur la dispersion *horizontale* et faible sur la dispersion *inclinée*.

— Orthose aventuriné. On sait que la plus belle *pierre de soleil* est un oligoclase de Tvedestrand en Norwége, pénétré par un grand nombre de lamelles hexagonales d'oligiste, transparentes ou translucides et diversement orientées. Il existe aussi

plusieurs variétés d'orthose aventuriné, où les lamelles étrangères, très-petites et plus ou moins inégalement disséminées dans la masse, produisent des jeux de lumière moins agréables à l'œil que ceux de l'oligoclase. J'ai examiné trois de ces variétés provenant de Werchne Oudinsk en Sibérie, de l'île de Cedlovatoi près d'Arkangel, et de Mineral Hill en Pensylvanie.

La variété de Werchne Oudinsk est rougeâtre et faiblement transparente; elle possède deux beaux clivages perpendiculaires l'un à l'autre et, lorsqu'on incline légèrement une lame parallèle à la base, on y voit de vifs reflets d'un rouge de cuivre, dus à l'interposition de lamelles d'oligiste très-petites, excessivement abondantes et assez uniformément répandues dans la masse. Le plan des axes optiques est parallèle à la diagonale horizontale de la base; leur bissectrice *aiguë* fait avec la diagonale inclinée un angle de 4° à 5°. L'écartement apparent des axes moyens dans l'air dépasse 120° à la température ordinaire, et il diminue notablement par l'application de la chaleur. La dispersion *horizontale* est assez marquée. En obliquant un peu une lame normale à la bissectrice *aiguë*, on y voit des reflets cuivrés aussi vifs que sur les lames clivées parallèlement à la base. Les particules rougeâtres, la plupart transparentes, qui produisent ces reflets, examinées au microscope sous un fort grossissement, offrent la forme de lames rhombes, de baguettes ou de fuseaux; elles paraissent orientées dans des directions très-variées, mais surtout suivant des lignes parallèles à l'axe cristallographique vertical. Dans la lumière polarisée parallèle, le feldspath et les lamelles d'oligiste manifestent à la fois l'extinction maximum, ce qui semble prouver que toutes ces lamelles sont uniaxes et dirigées normalement à leur axe optique.

A travers une plaque très-mince parallèle au plan de symétrie, on voit un très-petit nombre de particules rouges orientées dans le plan même de la plaque. La plus grande partie se montre par la tranche; les unes sont alignées suivant une direction qui fait un très-petit angle avec la base, ce sont celles qui donnent les

reflets cuivrés à travers cette face; les autres sont parallèles à des fissures intérieures qui annoncent l'existence du troisième clivage si net dans la Murchisonite[1] et correspondant à la face $a^{1/7}$ placée sur l'angle solide aigu de la forme primitive; c'est à elles qu'on doit attribuer les jeux de lumière des lames normales à la bissectrice *aiguë.*

La variété de l'île Cedlovatoi que, d'après l'indication de M. Scheerer[2], j'avais placée dans mon Manuel de Minéralogie à la suite de l'oligoclase, est d'un rouge pâle, plus transparente que celle de Werchne Oudinsk, mais moins aventurinée, les lamelles d'oligiste y étant très-petites et très-clair-semées. Elle offre deux clivages faciles, rectangulaires entre eux. Le plan des axes optiques y est aussi parallèle à la diagonale horizontale de la base et leur écartement est d'environ 120° pour la lumière blanche.

La variété de Mineral Hill se présente en grandes masses blanches tachetées de points rougeâtres, faiblement transparentes. Les axes optiques y ont la même orientation et à peu près le même écartement que dans les deux premières variétés; cet écartement diminue d'une manière sensible lorsqu'on élève la température. Si l'on incline légèrement une lame normale à la bissectrice *aiguë,* on voit miroiter des lamelles hexagonales allongées, rougeâtres, transparentes ou translucides, qui semblent se diriger parallèlement aux faces $e^{1/2}$ placées sur les angles latéraux de la forme primitive; la lumière polarisée parallèle n'y produit pas l'extinction maximum en même temps que dans la masse feldspathique; il est donc possible qu'elles appartiennent à la Göthite.

+ Pargasite. Deux lames d'un bleu pâle ont donné, pour

[1] Ce clivage fait un angle de 73° 13′ avec la base et un angle de 170° 40′ avec h^1. (Voir le premier volume de mon Manuel de Minéralogie, p. 342.)

[2] *Annales de Poggendorff,* t. LXIV, p. 153, année 1845.

l'écartement apparent des axes optiques dans l'air, à diverses températures et pour les rayons rouges :

Première lame;	Deuxième lame;
2E = 98° 3′ à 17° C.	2E = 95° 53′ à 17° C.
98° 24′ à 26°.5	96° 1′ à 26°.5
98° 46′ à 47°	96° 24′ à 47°
99° 8′ à 71°.5	97° 6′ à 71°.5
99° 32′ à 95°.5	97° 48′ à 95°.5
99° 50′ à 121°	98° 48′ à 121°
100° 44′ à 146°.5	98° 50′ à 146°.5
	100° 38′ à 170°.8

L'observation, répétée plusieurs fois, a toujours fourni des résultats très-voisins des précédents, de sorte qu'on peut admettre que de 17° à 146°.5 C. l'angle des axes *rouges* augmente de 2° 41′ à 3°. Quant aux deux hyperboles, celle qui dans la lumière blanche offre des bordures à couleurs vives m'a paru s'écarter à très-peu près de la même quantité que celle dont les bordures sont plus pâles; par conséquent la bissectrice *aiguë* des axes rouges n'éprouve par la chaleur qu'un déplacement inappréciable.

+ Pétalite d'Utö. Une lame normale à la bissectrice *aiguë*, chauffée de 12° à 170°.8 C. n'a pas paru éprouver plus de modifications dans l'écartement de ses axes optiques que les lames de *castor* dont il a été question page 125. J'avais déjà établi, dans une précédente publication, l'identité complète de propriétés optiques biréfringentes que présentent le castor et le pétalite [1].

— Phosphate de soude. Dans mon premier Mémoire, j'avais

[1] *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, séance du 16 mars 1863, et *Annales de chimie et de physique*, 4ᵉ série. t. III.

omis d'indiquer que l'indice moyen et l'écartement des axes optiques trouvés par M. Miller se rapportaient à la partie jaune du spectre, comme l'angle apparent que j'avais mesuré moi-même. J'ajouterai ici que, d'après les bordures des hyperboles vues à 45° du plan de polarisation, la dispersion propre des axes est notable et $\rho < v$. La dispersion *inclinée* paraît au contraire faible, et elle se manifeste seulement par la différence de vivacité que présentent les couleurs symétriquement disposées dans les deux systèmes d'anneaux.

+ Pisanite (Kenngott); cuproferrite; $(\dot{C}u, \dot{F}e)\dddot{S} + 7\dot{H}$ (Pisani). Substance chimiquement et géométriquement isomorphe du sulfate de fer, formant des stalactites dans une grotte voisine d'une mine de chalcopyrite, dans l'intérieur de la Turquie.

De petits cristaux assez nets m'ont offert plusieurs combinaisons de formes dont la plus complète était $m\ g^1\ p\ o^3\ a^1\ e^1\ b^{11/5}\ b^1\ b^{4/9}$; les trois dernières faces n'avaient encore été observées ni dans le sulfate de protoxyde de fer, ni dans les divers mélanges cristallisés des sulfates ferreux et cuivreux qu'on obtient artificiellement. Voici les incidences calculées mises en regard des incidences mesurées directement et les dimensions de la forme primitive.



Incidences calculées.	Incidences observées.
* $m\,m$ = 83° 33′ avant.	83° 33′ moyenne
$m\,m$ = 96° 27′ coté.	96° 27′ moyenne
* $p\,o^3$ = 159° 26′.	159° 26′ moyenne
$p\,a^1$ adj. = 117° 34′.	117° 33′ moyenne
$p\,e^1$ = 124° 28′.	124° 45′ environ
$e^1\,g^1$ = 145° 32′.	146° environ
$p\,g^1$ = 90°.	″

Incidences calculées.	Incidences observées.
$p\,m$ antérieure = 100° 10′......	100° 21′ moyenne
$p\,b^{11/5}$ = 154° 38′............	154° 19′ moyenne
$p\,b^{1}$ = 130° 43′...	130° 11′ moyenne
$p\,b^{4/9}$ = 105° 48′.............	105° 35′ environ
* $p\,m$ postérieure = 79° 50′......	79° 50′ moyenne
$b^{1}\,b^{1}$ adj. = 109° 54′..........	"
$b^{4/9}\,b^{4/9}$ adj. = 86° 23′.........	"

$b : h :: 1000 : 986,129$ D = 652,646 $d = 757,663$

Angle plan de la base = 81° 28′ 58″
Angle plan des faces latérales = 101° 34′ 50″.

Clivage facile suivant la base. Plan des axes optiques parallèle au plan de symétrie. Axes très-écartés. Bissectrice *obtuse* négative presque normale à la base, comme dans le sulfate de fer.

+ Prussiate rouge de potasse. Prisme rhomboïdal oblique de 75° 40′ ayant une base très-peu oblique sur les faces latérales.

Parmi les cristaux que j'ai examinés, quelques-uns, en très-petit nombre, sont simples et offrent la forme représentée par la fig. 244 du *Handbuch der Krystallographischen Chemie* de M. Rammelsberg; la plupart résultent de l'accolement de plusieurs individus assemblés suivant un plan parallèle à h^1 et très-souvent hémitropes autour d'un axe normal à cette face. Lorsque l'hémitropie existe, les deux sommets paraissent composés de faces symétriques entre elles, mais différentes pour chacun d'eux; ainsi, dans les combinaisons de formes les plus simples, on ne trouve à une extrémité que quatre faces de l'hémioctaèdre antérieur $\delta = (d^1\, d^{1/5}\, h^{1/2})$, et à l'autre extrémité que quatre faces de l'hémioctaèdre postérieur $\gamma = (b^1\, d^{1/3}\, g^{1/2})$. Les cristaux sont allongés, ordinairement dans le sens de l'axe cristallographique vertical, quelquefois dans le sens de la diagonale horizontale de

la base. D'après une communication récente que je dois à M. Marignac, ce savant a rencontré plusieurs formes nouvelles sur des cristaux très-nets, aplatis suivant h^1 et allongés parallèlement à la diagonale horizontale, dont il a pu mesurer les angles avec une assez grande précision. J'ai donc adopté ses mesures de préférence à toutes celles qui ont été publiées jusqu'à ce jour, et j'ai placé dans le tableau suivant les incidences calculées à l'aide des données de M. Marignac, en regard des incidences obtenues directement par divers observateurs.

Incidences calculées.	Incidences observées.
* $m\ m$ = 75° 40′ avant....	75° 40′ (Mar.); 75° 26′ (Schabus.) 75° 27′ à 51′ (Dx.); 76° 4′ (Kopp.)
$m\ h^1$ = 127° 50′	127° (Dx.); 128° (Ramm.)
$m\ g^1$ = 142° 10′	″
$h^{19}\ h^{19}$ = 81° 34′ sur h^1 ..	81° environ (Dx.)
$h^{19}\ h^{19}$ = 98° 26′ sur g^1 ..	98° à 98° 30′ (Dx.)
$h^3\ h^3$ = 114° 28′ sur h^1 ..	114° environ (Mar.)
$d^{1/6}\ m$ = 161° 49′	160° à 162° (Mar.)
$d^{1/2}\ m$ = 135° 26′	135° 28′ (Mar.)
$b^{1/2}\ m$ adj. = 135° 22′ ...	″
$h^1\ o_s$ = 134° 12′	134° 8′ (Mar.)
$h^1\ \delta$ = 126° 7′	126° 4′ (Mar.)
$h^1\ \gamma$ = 121° 19′	120° 50′ (Mar.)
$h^1\ d^{1/2}$ adj. = 115° 58′ ...	115° 54′ (Mar.)
$h^1\ e^1$ = 90° 5′ sur $d^{1/2}$	90° 0′ (Mar.)
$\gamma\ h^1$ adj. = 103° 34′	103° 41′ (Mar.)
$x\ h^1$ adj. = 109° 56′	110° 12′ (Mar.)
$b^{1/2}\ h^1$ adj. = 115° 50′ ...	115° 52′ (Mar.)
$\alpha\ h^1$ adj. = 126° 0′	126° 0′ (Mar.)
$\delta\ \gamma$ = 130° 19′	129° à 130′ (Dx.)
$\zeta\ h^1$ adj. = 116° 15′	″
* $\delta\ m$ = 139° 30′	139° 30′ (Mar.); 139° 24′ à 40′ (Dx.)
$\gamma\ m$ adj. = 128° 36′ .. .	128° 38′ (Mar.)

Incidences calculées.	Incidences observées.
$\zeta\, m$ adj. $= 150^\circ\, 43'$....	//
$\gamma\, \zeta = 157^\circ\, 53'$........	158° environ (Ramm.)
$y\, m$ adj. $= 137^\circ\, 47'$....	138° 10' (Mar.)
$x\, m$ adj. $= 132^\circ\, 19'$....	132° 30' (Mar.)
$e^1\, e^1$ adj. $= 102^\circ\, 36'$....	102° 23' (Mar.)
$d^{1/2}\, d^{1/2} = 111^\circ\, 36'$ avant.	111° 24' (Mar.)
$o_3\, o_3$ adj. $= 126^\circ\, 44'$....	//
*$\delta\, \delta$ adj. $= 119^\circ\, 20'$.....	119° 20' (Mar.); 119° 15' (Dx.).
$y\, y$ adj. $= 115^\circ\, 26'$.....	114° 36' (Mar.)
$\gamma\, \gamma$ adj. $= 105^\circ\, 9'$.....	105° 2' (Mar.); 105° 10' (Dx.)
$\zeta\, \zeta$ adj. $= 80^\circ\, 56'$......	//
$x\, x$ adj. $= 108^\circ\, 0'$......	107° 34' (Mar.)
h^1 : arête $\frac{e^1}{e^1} = 90^\circ\, 6'$....	//
h^1 : arête $\frac{\delta}{\delta} = 133^\circ\, 4'$...	//
h^1 : arête $\frac{\gamma}{\gamma} = 107^\circ\, 11'$..	//
Dans les macles parallèles à h^1 :	
$\delta\, \varrho = 107^\circ\, 46'$........	107° 40' (Dx.)
$\gamma\, \lambda = 152^\circ\, 52'$........	//

$b : h :: 1000 : 491{,}399 \quad D = 613{,}366 \quad d = 789{,}799$ [1]

Angle plan de la base $= 75^\circ\, 39'\, 59'',6$

Angle plan des faces latérales $= 90^\circ\, 5'\, 4''$.

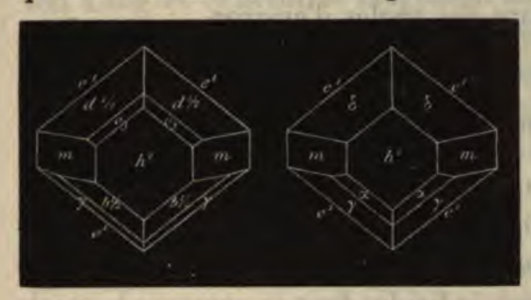
$o_3 = (d^1\, d^{1/3}\, h^1)$ $\quad \delta = (d^1\, d^{1/5}\, h^{1/2})$ $\quad y = (d^1\, d^{1/9}\, h^{1/4})$

$\alpha = (b^1\, b^{1/5}\, h^{1/2})$ $\quad \gamma = (b^1\, d^{1/3}\, g^{1/2})$ $\quad x = (b^1\, d^{1/7}\, g^{1/4})$

$\zeta = (b^1\, d^{1/7}\, g^{1/2})$

[1] La forme primitive que j'ai adoptée a l'avantage de se rapprocher beaucoup d'un prisme rhomboïdal droit et de présenter, à l'avant et à l'arrière, des éléments sur lesquels peuvent avoir lieu *simultanément* des troncatures qu'on serait porté à regarder comme réellement symétriques, si l'on ne consultait que les différences de quelques minutes existant entre leurs incidences, sans se préoccuper des propriétés

Les formes γ et e^1 paraissent seules homoèdres. Les faces $d^{1/2}$, o_3, δ, y, α, $b^{1/2}$, x, ne se répètent généralement pas comme elles le devraient, en avant et en arrière, sur les éléments symétriques qu'elles modifient, et elles présentent une hémimorphie plus ou moins régulière. La figure ci-jointe, montrant la partie *antérieure* et la partie *postérieure* d'un cristal hémitrope autour de h^1, peut donner une idée de cette disposition très-habituelle aux cristaux examinés par M. Marignac. Si l'on conçoit un plan parallèle à h^1, passant par le milieu des faces e^1, il arrive fréquemment que les deux parties situées en avant et en arrière de ce plan offrent un développement très-inégal, ce qui augmente encore leur aspect dissymétrique. Les faces m sont souvent arrondies; sur un grand nombre d'échantillons elles m'ont paru remplacées par le prisme h^{19}, toujours ondulé et ne se laissant mesurer qu'approximativement. Les faces $d^{1/6}$ de M. Marignac et ζ de M. Rammelsberg sont rares. Il en est de même des modifications x et y, la première située entre h^1 et γ, la seconde entre e^1 et δ, qui n'ont été rencontrées par M. Marignac que sur deux cristaux dont une



optiques. La plupart de ces troncatures n'étant connues jusqu'ici que sur les cristaux de M. Marignac, si l'on tenait à avoir surtout égard aux formes les plus habituelles, on n'aurait qu'à conserver le même prisme vertical et à prendre, comme M. Rammelsberg, pour hémioctaèdres fondamentaux $d^{1/2}$ et $b^{1/2}$, les faces δ et γ. La combinaison la plus simple et la plus ordinaire serait alors $m\ h^1\ d^{1/2}\ b^{1/2}$ et les autres symboles deviendraient : $d^{1/6} = \beta = (d^1\ b^{1/11}\ g^{1/2})$; $d^{1/2} = \mu = (d^1\ b^{1/3}\ g^{1/2})$, $b^{1/2} = k = (b^1\ b^{1/5}\ h^{1/2})$; $o_3 = s = (d^1\ d^{1/5}\ h^{1/2})$; $\delta = d^{1/2}$; $y = (d^1\ b^{1/7}\ g^{1/4})$; $e^1 = \varepsilon = (b^1\ d^{1/3}\ g^{1/2})$; $\gamma = b^{1/2}$; $x = (b^1\ b^{1/9}\ h^{1/4})$; $\alpha = a_3$; $\zeta = b^{1/4}$. Les dimensions de la nouvelle forme primitive seraient :

$$b : h :: 1000 : 476{,}996 \quad D = 595{,}465 \quad d = 803{,}412$$

Angle plan de la base = 73° 5′ 28″
Angle plan des faces latérales = 103° 52′ 36″.

moitié seulement était nettement développée et se composait des formes $m\ h^1\ g^1\ y\ x\ \gamma$.

Clivage très-net suivant h^1. Double réfraction assez énergique. Plan des axes optiques parallèle au plan de symétrie. Bissectrice *aiguë* des axes moyens faisant des angles d'environ,

86° 7′ avec une normale à h^1 antérieure,
39° 11′ avec une normale à l'arête $\frac{\delta}{\gamma}$.

Des lames très-minces, taillées parallèlement au plan de symétrie sur des cristaux hémitropes et soumises à un faisceau parallèle de lumière blanche polarisée, montrent que l'extinction maximum a lieu dans chaque individu dont se compose la macle à environ 3° 53′ de l'arête verticale $\frac{m}{h^1}$.

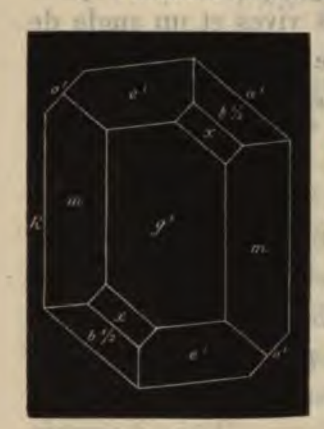
L'écartement apparent des axes varie un peu avec les cristaux et avec les plages d'un même cristal; de plus il est assez difficile de prendre une mesure exacte de cet écartement. En effet, la plupart des cristaux étant maclés, les lames qu'on en extrait, à peu près perpendiculairement aux arêtes verticales, se composent en général d'une partie bien normale à la bissectrice *aiguë* et d'une autre partie notablement oblique à cette ligne; il résulte souvent de là un empiétement des anneaux visibles dans une de ces parties sur les anneaux visibles dans l'autre partie, et par suite, de l'incertitude dans le pointage des hyperboles. La dispersion propre des axes est forte et $\rho < v$. La dispersion *inclinée* est au contraire à peine indiquée par une légère différence dans le diamètre des anneaux des deux systèmes, dont les couleurs offrent la même disposition et la même vivacité. Une lame bien normale à la bissectrice *aiguë* m'a donné en moyenne, à 15° C.

$$2E = \begin{cases} 71°\ 20' & \text{rayons rouges,} \\ 75°\ 52' & \text{rayons jaunes (alcool salé).} \end{cases}$$

En élevant la température jusque vers 75° C. l'angle apparent des axes optiques augmente d'une manière assez notable.

On était resté jusqu'ici dans l'incertitude sur le système cristallin auquel il convient de rapporter le prussiate rouge de potasse, et, tandis que MM. Rammelsberg et Kopp le regardaient comme appartenant au type clinorhombique, MM. Schabus, Vict. von Lang et Schrauf le rangeaient au contraire dans le système rhombique. L'étude des propriétés optiques biréfringentes vient confirmer la première opinion. Quant à l'étude cristallographique exécutée par M. Marignac, elle prouve que l'apparence hémiédrique des cristaux subsiste, quelle que soit la forme primitive qu'on leur attribue.

+ PRUSSIATE JAUNE DE SOUDE; (2 Na Cy + Fe Cy) + 12 Aq.



Prisme rhomboïdal oblique de 99° 40′ (Bunsen). $o^1 h^1 = 136° 48'$; $a^1 h^1 = 128° 38'$; arête $\frac{e^1}{e^1} : h^1 = 97° 34'$. Outre les formes figurées dans le *Handbuch der krystallographischen Chemie* de M. Rammelsberg, j'ai observé, sur de beaux cristaux qui m'avaient été remis par M. Berthelot, les deux hémi-octaèdres postérieurs $b^{1/2}$ et $x = (b^1 d^{1/3} g^1)$ situés dans une même zone avec g^1 et a^1 et offrant les incidences :

calculées.	observées.
$g^1 x = 140° 52'$	142° environ
$g^1 b^{1/2} = 121° 34'$	"
$x a^1 = 129° 8'$	128° environ
$b^{1/2} a^1 = 148° 30'$	148° 26′
$e^1 x = 145° 14'$	144° environ

Clivage facile suivant les faces verticales m du prisme primitif.

Plan des axes optiques parallèle au plan de symétrie. Dans l'huile, la dispersion propre des axes est faible et $\rho > v$. La dis-

persion *inclinée* se manifeste par une dissymétrie dans la disposition et par une différence notable dans la vivacité des couleurs qui bordent les hyperboles des deux systèmes d'anneaux vus à 45° du plan de polarisation, l'une de ces hyperboles offrant du bleu très-vif à l'*extérieur*, du rouge très-vif à l'*intérieur*, et l'autre du roux à l'*extérieur*, du bleu verdâtre à l'*intérieur*. Les anneaux correspondant à chacun des axes ont d'ailleurs sensiblement la même forme circulaire et le même diamètre. L'écart entre la bissectrice des axes *rouges* et la bissectrice des axes *bleus*, déterminé sur une macle artificielle, est d'environ 0° 27'. De la mesure de l'angle apparent des axes dans l'huile on conclut que l'axe *rouge* fait avec l'axe *bleu* un angle de 0° 34' 30" pour le système à hyperbole bordée de couleurs vives et un angle de 0° 19' pour le système à hyperbole bordée de couleurs pâles. A 15° C. les bissectrices *aiguës* des axes *rouges, jaunes* et *bleus* font des angles de :

15° 16' rouge, 15° 10' jaune, 14° 49' bleu } avec une normale à h^1 antérieure,

27° 56' rouge, 28° 2' jaune, 28° 23' bleu } avec une normale à o^1,

67° 10' rouge, 67° 16' jaune, 67° 37' bleu } avec une normale à l'arête $\frac{e^1}{e^1}$,

113° 22' rouge, 113° 28' jaune, 113° 49' bleu } avec une normale à a^1 postérieur.

Une lame légèrement oblique à la bissectrice *aiguë* m'a donné :

$2H_a$ = { 85° 39', 85° 37' 30" } d'où 2E = { 170° 27' rayons rouges, 172° 9' rayons jaunes,
85° 23' 30" d'où réflexion totale dans l'air, ray. bleus.

Une autre lame, assez bien normale à la bissectrice *obtuse*, a fourni :

$$2H_o = \begin{cases} 104^\circ\ 4' \text{ rayons rouges,} \\ 104^\circ\ 21' \text{ rayons jaunes,} \\ 105^\circ\ 20' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

A l'aide des nombres qui représentent l'écartement apparent dans l'huile, autour des deux bissectices, on peut calculer comme valeurs approximatives :

$$2V = \begin{cases} 81^\circ\ 32' \quad \beta = 1.526 \text{ rayons rouges,} \\ 81^\circ\ 25' \quad \beta = 1.529 \text{ rayons jaunes,} \\ 80^\circ\ 55' \quad \beta = 1.544 \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

La dispersion propre des axes *intérieurs* et des axes vus dans l'huile paraît donc de sens contraire à ce qu'elle serait dans l'air.

+ QUERCITE ; $C^{12}.H^{12}\ O^{10}$. J'avais déjà signalé, dans mon deuxième Mémoire, la forte dispersion *inclinée* que présente la quercite. Une nouvelle lame parfaitement normale à la bissectrice *aiguë* m'a permis de déterminer la grandeur de cette dispersion et la modification considérable que la chaleur apporte à l'écartement des axes optiques et à l'orientation de leur bissectrice. J'ai obtenu à 19° C.

$$2E = \begin{cases} 55^\circ\ 30' \text{ rayons rouges,} \\ 58^\circ\ 25' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

L'écart entre l'axe correspondant aux rayons rouges et l'axe correspondant aux rayons bleus est d'environ :

2° 11′ 30″ dans le système d'anneaux à hyperbole bordée de couleurs vives;

0° 43′ 30″ dans le système d'anneaux à hyperbole bordée de couleurs pâles.

La bissectrice des axes *rouges* fait avec la bissectrice des axes *bleus* un angle de 0° 44'.

En chauffant la lame, l'angle apparent des axes optiques diminue très-notablement. J'ai trouvé pour les rayons rouges :

$$2E = \begin{cases} 54^\circ\ 49' \text{ à } 21^\circ.5\ C. \\ 53^\circ\ 54' \text{ à } 26^\circ.5 \\ 53^\circ\ 6' \text{ à } 31^\circ.5 \\ 52^\circ\ 10' \text{ à } 36^\circ.5 \\ 50^\circ\ 38' \text{ à } 47^\circ \\ 46^\circ\ 28' \text{ à } 71^\circ.5 \\ 42^\circ\ 46' \text{ à } 95^\circ.5 \\ 37^\circ\ 12' \text{ à } 121^\circ \end{cases}$$

L'axe correspondant à l'hyperbole à couleurs vives s'est rapproché du centre de 10° 35', pendant que l'axe correspondant à l'hyperbole à couleurs pâles s'en rapprochait seulement de 7° 43'; le premier s'est donc déplacé environ *une fois et demi* autant que le second. Le rapport entre les deux déplacements s'est montré sensiblement constant à toutes les températures, absolument comme dans le gypse. Les observations précédentes montrent que la bissectrice des axes *rouges* s'est avancée dans le même sens que l'axe doué de la plus grande vitesse, et que son déplacement a été de 1° 26' entre 19° et 121° C.

— Réalgar. J'ai annoncé dans mon deuxième Mémoire que les axes optiques étaient situés dans un plan parallèle au plan de symétrie et que leur angle apparent était très-grand. En opérant dans l'huile sur une lame très-mince, assez bien normale à la bissectrice *aiguë*, j'ai trouvé que cet angle variait notablement suivant les plages; j'ai de plus constaté l'existence d'une forte dispersion *inclinée*, se manifestant par une grande différence dans la forme des anneaux des deux systèmes et par une disposition dissymétrique des couleurs qui bordent les hyperboles vues à 45° du

plan de polarisation; les anneaux correspondant à l'un des axes sont en effet presque circulaires et l'hyperbole qui les traverse est bordée par du rouge à l'*extérieur* et par du vert à l'*intérieur*, couleurs assez vives; les anneaux correspondant à l'autre axe sont très-ovales et leur hyperbole offre du rouge à l'*intérieur*, du vert à l'*extérieur*, couleurs très-étalées. Par suite du peu d'épaisseur de ma lame, les hyperboles étant trop larges pour permettre un pointé très-exact, j'ai obtenu approximativement à 18° C.

$$2H = \begin{cases} 96^\circ\ 20' \text{ rayons rouges,} \\ 92^\circ\ 58' \text{ rayons jaunes (alcool salé).} \end{cases}$$

La dispersion propre des axes est donc très-considérable. L'écart entre la bissectrice des axes *rouges* et la bissectrice des axes *jaunes* est également des plus notables, car, d'après la mesure de l'écartement des axes dans l'huile, il atteint 2° 44' environ. Quant à l'angle que font entre eux l'axe *rouge* et l'axe *jaune*, dans un même système d'anneaux, il est en moyenne de 4° 25' pour les anneaux ovales et de 1° 3' pour les anneaux ronds.

+ Schefferite. Ce minéral, qu'on trouve associé à la rhodonite de Långbanshytta en Suède, se présente en masses granulaires d'un rouge brun, traversées par des parties lamellaires qui se clivent facilement suivant les faces d'un prisme rhomboïdal de 87° et 93°. Des plaques minces, taillées tangentiellement à l'arête aiguë de 87°, sont transparentes, d'un beau rouge, et elles montrent dans l'air une double réfraction énergique, un beau système d'anneaux excentré annonçant que la bissectrice *négative* est fortement oblique à cette arête et que les axes optiques sont situés dans le plan qui passe par les grandes diagonales des bases du prisme obtenu par le clivage; or on sait que des phénomènes semblables se manifestent dans des lames parallèles à la modification h^1 du diopside. Les caractères physiques et optiques placent

donc la substance dans le groupe des pyroxènes, et ils s'accordent parfaitement avec l'analyse qui a donné à M. Michaëlson [1] :

			Oxygène.	Rapport.
Silice	52,31		27,90	2
Chaux	19,09	5,45		
Magnésie	10,86	4,29		
Oxyde manganeux	10,46	2,35	13,64	1
Oxyde ferreux	1,63	0,36		
Oxyde ferrique	3,97	1,19		
Perte au feu	0,60			
	98,92			

Densité = 3,39

Des échantillons de Långbanshyttа, que j'ai vus en 1863 dans la collection de M. Scheerer où ils avaient reçu de M. Breithaupt le nom provisoire de *Wallérite* et qui portaient un certain nombre de cristaux, présentent l'association dont j'ai parlé plus haut et l'aspect extérieur du minéral analysé par M. Michaëlson; il est donc probable qu'ils représentent la Schefferite cristallisée [2].

— Scolésite. La détermination complète des propriétés op-

[1] *Bulletin de la Société chimique*, février 1865, et *Journ. für praktische Chemie*, t. XC, p. 106, 1863.

[2] Quelques mesures approximatives, publiées par M. Breithaupt depuis la rédaction de mon Mémoire, dans ses *Mineralogische Studien* (Leipzig, 1866), prouvent en effet que les formes prédominantes des cristaux de M. Scheerer correspondent aux faces p, a^1, $b^{1/2}$, g^1 du pyroxène, puisqu'on a :

	Schefferite.	Pyroxène.
$p\,a^1$	= 147° 30′	148° 37′
$b^{1/2}\,b^{1/2}$	= 120° 45′	120° 37′ sur a^1

Ces cristaux sont aplatis suivant la base p, qui est très-développée, ainsi que les faces $b^{1/2}$ et g^1.

tiques biréfringentes a été publiée dans le Ier volume de mon Manuel de Minéralogie. A cette détermination je n'ai à ajouter que les résultats produits par une élévation de température.

Entre 8°.8 et 146°.5 C. l'écartement apparent des axes optiques dans l'air n'éprouve qu'une très-légère diminution. Une plaque un peu oblique à la bissectrice *aiguë* m'a en effet donné pour les rayons rouges :

$$2E = \left\{ \begin{array}{ll} 60^\circ\ 28' \text{ à } & 8^\circ.8 \text{ C.} \\ 60^\circ\ 20' \text{ à } & 47^\circ \\ 59^\circ\ 52' \text{ à } & 71^\circ.5 \\ 59^\circ\ 46' \text{ à } & 146^\circ.5 \end{array} \right.$$

Le plan des axes *rouges* m'a paru conserver exactement la même position à toutes les températures; la chaleur est donc sans influence sur la dispersion *horizontale*.

+ Sphène. Une lame naturelle transparente, sensiblement normale à la bissectrice *aiguë* (voir mon Manuel de Minéralogie, p. 149), dont les axes optiques correspondant aux rayons jaunes (alcool salé) offraient un écartement apparent dans l'air de 53° 34′ à 26°.5 C., a été chauffée jusqu'à 170°.8. L'une des hyperboles, très-nette, s'est écartée de la position initiale de la bissectrice d'environ 0° 53′; l'autre hyperbole, moins nette, s'en est écartée de 1° 21′; l'angle des axes a donc augmenté de 2° 14′ et la bissectrice s'est déplacée de 0° 14′ en marchant vers l'axe doué de la plus grande vitesse. Par conséquent la dispersion propre des axes et la dispersion *inclinée* sont assez faiblement influencées par la chaleur.

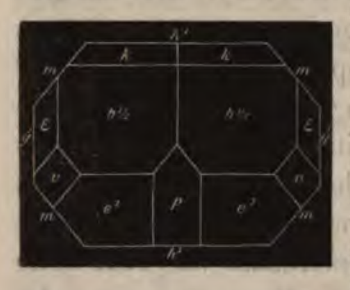
— Sucre de canne. Une élévation de température amène une modification notable dans l'écartement apparent des axes optiques et dans la dispersion *inclinée*. Une lame mince, un peu oblique

au plan des axes, mais bien symétrique par rapport à la bissectrice *aiguë*, m'a donné pour les rayons rouges :

$$2E = \left\{ \begin{array}{l} 78^\circ\ 35' \text{ à } 17^\circ \text{ C.} \\ 78^\circ\ 38' \text{ à } 21^\circ.5 \\ 79^\circ\ 10' \text{ à } 26^\circ.5 \\ 79^\circ\ 36' \text{ à } 47^\circ \\ 79^\circ\ 56' \text{ à } 52^\circ \\ 81^\circ\ 14' \text{ à } 71^\circ.5 \\ 82^\circ\ 58' \text{ à } 95^\circ.5 \\ 84^\circ\ 40' \text{ à } 121^\circ \end{array} \right.$$

Entre 17° et 121° C. l'angle des axes *rouges* a donc augmenté de 6° 5'; l'axe correspondant à l'hyperbole à couleurs vives s'est éloigné de 1° 27' de la position initiale de la bissectrice, tandis que l'axe correspondant à l'hyperbole à couleurs pâles s'en éloignait de 4° 38'; la bissectrice elle-même s'est déplacée de 1° 35' du côté de l'axe qui a marché le plus vite.

— Sulfate de cadmium; $3\dot{C}d\,\ddot{S} + 8\dot{H}$. Prisme rhomboïdal



oblique de 77° 54' (faces q^2 de M. Rammelsberg = 78° 35'). Cristaux offrant les combinaisons de formes, $m\ h^1\ g^1\ p\ e^1\ b^{1/2}$ (Rammelsberg) et $m\ h^1\ g^1\ p\ e^1\ b^{1/2}\ k\ \varepsilon\ v$ (de Senarmont), presque toujours aplatis parallèlement à h^1. Clivage facile suivant g^1. Les principales incidences sont, d'après de Senarmont :

$m\,m$ = 77° 54' avant	$p\,m$ antérieure = 112° 45'
$m\,h^1$ = 128° 57'	
* $m\,g^1$ = 141° 3'	$e^1\,h^1$ antérieure = 121° 44'
* $p\,h^1$ = 128° 2'	$e^1\,b^{1/2}$ adj. = 127° 0'
$p\,e^1$ = 148° 13'	$b^{1/2}\,h^1$ postérieure = 111° 16'
* $e^1\,g^1$ = 121° 47'	$k\,h^1$ adj. = 144° 38'

$$\left\{\begin{array}{l} \varepsilon g^1 \text{ adj.} = 154^\circ\ 28' \\ b^{1/2} g^1 = 125^\circ\ 10' \\ \varepsilon b^{1/2} = 150^\circ\ 42' \end{array}\right. \qquad \left\{\begin{array}{l} e^1 v = 147^\circ\ 8' \\ e^1 \varepsilon = 129^\circ\ 28' \\ v\ \varepsilon = 162^\circ\ 20' \\ \varepsilon m \text{ adj.} = 145^\circ\ 40' \end{array}\right.$$

$$k = (b^1\ d^{1/3}\ g^{1/2}) \quad \varepsilon = (b^1\ d^{1/3}\ g^1) \quad v = (b^1\ d^{1/2}\ g^1)$$

Plan des axes optiques et bissectrice *aiguë* perpendiculaires au plan de symétrie, pour toutes les couleurs du spectre.

Le plan des axes *rouges* fait des angles d'environ,

79° 46′ avec une normale à p,
131° 44′ avec une normale à h^1 antérieure.

Le plan des axes *bleus* fait respectivement avec les mêmes lignes des angles d'environ 78° 57′ et 130° 55′.

La détermination directe de l'orientation des plans qui contiennent les axes *rouges* et les axes *bleus*, faite sur une macle artificielle de deux lames parallèles au plan de symétrie, indique donc une dispersion *tournante* sensible; par les bordures des barres qui traversènt les anneaux vus dans l'huile parallèlement ou perpendiculairement au plan de polarisation, cette dispersion est au contraire inappréciable. La dispersion propre des axes est faible et $\rho < v$. Une lame mince, bien normale à la bissectrice *aiguë*, m'a donné dans l'huile vers 15° C.

$$2H_a = \left\{\begin{array}{l} 95^\circ\ 32'\ 30'' \text{ rayons rouges,} \\ 95^\circ\ 46' \text{ rayons jaunes,} \\ 96^\circ\ 2'\ 30'' \text{ rayons bleus.} \end{array}\right.$$

Une autre lame, bien normale à la bissectrice *obtuse*, a fourni :

$$2H_o = \left\{\begin{array}{l} 100^\circ\ 16' \text{ rayons rouges,} \\ 100^\circ\ 0'\ 40'' \text{ rayons jaunes,} \\ 99^\circ\ 46' \text{ rayons bleus.} \end{array}\right.$$

On tire de là, comme valeurs approximatives de l'angle réel des axes et de l'indice moyen :

$$2V = \begin{cases} 87^\circ\ 57' & \beta = 1.563 \text{ rayons rouges,} \\ 88^\circ\ 9' & \beta = 1.565 \text{ rayons jaunes,} \\ 88^\circ\ 23' & \beta = 1.576 \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

Une lame normale à la bissectrice *aiguë*, chauffée jusque vers 75° C. n'a pas paru éprouver de modification dans l'écartement de ses axes optiques *rouges* ou dans l'orientation de leur plan.

— Sulfate rose de cérium. Ce sel, obtenu à chaud par M. Damour, a déjà été décrit dans mon deuxième Mémoire. De nouveaux cristaux presque incolores m'ont permis de mesurer l'angle apparent des axes optiques dans l'air, resté indéterminé jusqu'ici, et de fixer l'orientation de leur plan avec plus de précision que je n'avais pu le faire d'abord. Le plan qui renferme les axes correspondant à la lumière blanche coupe l'arête verticale $\frac{m}{m}$ sous un angle de 33° 24′ (au lieu de 32° 45′) et l'arête $\frac{e^1}{e^1}$ sous un angle de 66° 58′ (au lieu de 67° 37′). Comme je l'avais déjà indiqué, la dispersion *tournante* et la dispersion propre des axes ne se manifestent que par des bordures à couleurs très-pâles, autour des barres et des hyperboles qui traversent les anneaux vus dans le plan de polarisation ou à 45° de ce plan. Une lame bien normale à la bissectrice *aiguë* m'a donné à 18° C.

$$2E = \begin{cases} 120^\circ\ 40' \text{ rayons rouges,} \\ 122^\circ\ 58' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

+ Sulfate rose de didyme; $3\dot{D}i\,\dddot{S} + 8\dot{H}$. Ce sel, qui paraît chimiquement isomorphe du sulfate de cadmium, avait été placé à tort parmi les substances négatives dans mon deuxième Mémoire. La mesure de l'écartement apparent des axes optiques dans l'huile m'a fait reconnaître la position et le signe de la bissec-

trice *aiguë*. Cette bissectrice est parallèle à la diagonale horizontale de la base des cristaux. Une lame qui lui était assez bien perpendiculaire montrait dans l'huile une dispersion *tournante* très-marquée et une dispersion des axes très-faible; elle m'a donné vers 16° C.

$$2H_a = \begin{cases} 92^\circ\ 44' \text{ rayons rouges,} \\ 92^\circ\ 48' \text{ rayons jaunes,} \\ 93^\circ\ 18' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

Une autre lame, sensiblement normale à la bissectrice *obtuse*, a fourni :

$$2H_o = \begin{cases} 101^\circ\ 2' \text{ rayons rouges,} \\ 100^\circ\ 57' \text{ rayons jaunes,} \\ 100^\circ\ 46' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

Les valeurs approximatives qu'on peut tirer de là pour l'angle réel des axes et pour l'indice moyen sont :

$$2V = \begin{cases} 86^\circ\ 19' \quad \beta = 1.551 \text{ rayons rouges,} \\ 86^\circ\ 23' \quad \beta = 1.553 \text{ rayons jaunes,} \\ 86^\circ\ 42' \quad \beta = 1.566 \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

+ Sulfate de fer (mélantérie); $Fe\ddot{S} + 7\dot{H}$.

Prisme rhomboïdal oblique de 82° 21′ (Miller). Les cristaux les plus simples offrent la combinaison des formes $m\,p\,a^1$. D'après M. Miller on a : $ph^1 = 104^\circ\ 20'$; $pa^1 = 118^\circ\ 2'$; pm antér. $= 99^\circ\ 23'$.

Clivage parfait suivant p, moins parfait suivant m. Double réfraction énergique et réfraction faible. Plan des axes optiques parallèle au plan de symétrie. La dispersion *inclinée* est faible, et dans une macle artificielle de deux lames parallèles au plan de symétrie, assemblées suivant la base, on observe que la bissectrice des axes *rouges* coïncide à deux ou trois minutes près avec celle des axes *bleus*. Dans l'huile, les anneaux des deux systèmes ont une forme circulaire, mais les hyperboles qui les traversent,

à 45° du plan de polarisation, offrent autour de la bissectrice *aiguë*, l'une du bleu vif à l'*extérieur*, du rouge vif à l'*intérieur*, l'autre des couleurs très-pâles distribuées suivant le même ordre.

La bissectrice *aiguë*[1] des axes *rouges* fait des angles d'environ :

75° 15′ avec une normale à p,
13° 17′ avec une normale à a^1,
150° 55′ avec une normale à h^1 antérieure.

En opérant sur deux lames minces, l'une passablement normale à la bissectrice *aiguë*, l'autre bien normale à la bissectrice *obtuse*, j'ai trouvé, pour l'angle apparent des axes dans l'huile et pour leur angle réel, à 16° C.

$$\left.\begin{array}{l} 2H_a = 86°\,54' \text{ d'où } 2V_a = 86°\,41' \\ 2H_o = 94°\,13' \text{ d'où } 2V_a = 86°\,2' \end{array}\right\} \text{avec } \beta = 1.469 \text{ ray. rouges,}$$

$$\left.\begin{array}{l} 2H_a = 86°\,49' \text{ d'où } 2V_a = 86°\,40' \\ 2H_o = 94°\,24' \text{ d'où } 2V_a = 85°\,46' \end{array}\right\} \text{avec } \beta = 1.470 \text{ ray. jaunes,}$$

$$\left.\begin{array}{l} 2H_a = 86°\,33' \text{ d'où } 2V_a = 86°\,33' \\ 2H_o = 94°\,46' \text{ d'où } 2V_a = 85°\,14' \end{array}\right\} \text{avec } \beta = 1.478 \text{ ray. bleus.}$$

La moyenne des nombres fournis par les deux plaques est :

$$2V = \left\{\begin{array}{l} 86°\,21'\,30'' \text{ rayons rouges,} \\ 86°\,13' \text{ rayons jaunes,} \\ 85°\,53'\,30'' \text{ rayons bleus.} \end{array}\right.$$

La valeur de l'indice moyen β, remarquable par sa faiblesse (l'indice correspondant aux rayons bleus est précisément égal à

[1] On avait, jusqu'ici, regardé comme bissectrice *aiguë* la bissectrice négative qui est voisine de la normale à la base; mais la mesure de l'écartement apparent des axes dans l'huile prouve que la ligne moyenne inclinée de 14° 45′ sur cette normale est en réalité la bissectrice *obtuse*.

celui de l'huile employée dans mes expériences), a été obtenue à l'aide d'un prisme de 38° 40′ dont l'arête réfringente était bien normale au plan des axes optiques.

— SULFATE DE MANGANÈSE À QUATRE ÉQUIVALENTS D'EAU. Dans mon deuxième Mémoire, j'ai indiqué l'existence d'une forte dispersion *horizontale* et d'une assez forte dispersion des axes optiques, sans en donner la mesure. De nouveaux échantillons m'ont permis de compléter ces premières indications.

En adoptant les incidences, publiées il y a quelques années par M. Marignac, $mm = 98° 20'$, $pm = 90° 41'$, $po^1 = 127° 9'$, $pa^1 = 126° 2'$, p : arête $\frac{m}{m}$ antér. $= 90° 54'$, j'ai trouvé, à l'aide d'une macle artificielle, que le plan des axes *rouges* et leur bissectrice *aiguë* faisaient des angles d'environ :

84° 45′ avec une normale à p,
31° 54′ avec une normale à o^1,
4° 21′ avec une normale à $\frac{m}{m}$ antérieure.

Le plan des axes *bleus* fait respectivement avec les mêmes normales des angles d'environ 83° 15′, 30° 24′ et 5° 51′. L'écart entre le plan des axes *bleus* et le plan des axes *rouges* explique la belle dispersion *horizontale* que présentent les anneaux.

Une plaque très-sensiblement perpendiculaire à la bissectrice *aiguë* m'a donné, vers 15° C.

$$2E = \begin{cases} 105° 58' \text{ rayons rouges,} \\ 105° 45' \text{ rayons jaunes,} \\ 104° 43' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

— SULFATE DE SOUDE ; SEL DE GLAUBER. L'incertitude que j'avais signalée dans mon premier Mémoire, sur la véritable valeur de l'écartement apparent des axes optiques, m'a engagé à en re-

prendre quelques mesures. En même temps, j'ai vérifié l'orientation du plan des axes à l'aide d'une macle artificielle formée par deux lames parallèles au plan de symétrie et assemblées suivant une base très-nettement clivée. J'ai ainsi trouvé que les plans où sont compris les axes *rouges* et les axes *bleus* faisaient respectivement des angles d'environ :

59° 4′ rayons rouges }
63° 29′ rayons bleus } avec une normale à p,

13° 11′ rayons rouges }
8° 46′ rayons bleus } avec une normale à h^1 antérieure.

Il y a donc un grand écart entre le plan des axes *rouges* et le plan des axes *bleus;* aussi la dispersion *tournante* est-elle accusée par les couleurs des anneaux, visibles autour de la bissectrice *aiguë,* au moins aussi énergiquement que dans le borax. La dispersion propre des axes est au contraire très-faible. Des lames assez épaisses, passablement normales à la bissectrice *aiguë,* dans lesquelles les bordures des hyperboles indiquaient $\rho > v$, m'ont donné vers 20° C.

$$2H = \begin{cases} 73^\circ\ 35' \\ 72^\circ\ 51' \end{cases} \text{ d'où } 2E = \begin{cases} 122^\circ\ 48' \text{ rayons rouges,} \\ 122^\circ\ 42' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

+ Sel de Glauber *positif.*

Des cristaux, obtenus par M. H. Sainte-Claire Deville dans une liqueur contenant du carbonate de soude et légèrement colorée en vert jaunâtre par une trace de vanadium, m'ont offert la combinaison des formes $m\,h^1\,p\,e^1\,b^{1/2}$ du sel de Glauber, avec des incidences différant à peine de quelques minutes de celles qui sont données pour ces formes dans le Manuel de Minéralogie de Brooke et Miller; mais ici la bissectrice *aiguë* est *positive* et perpendiculaire à la diagonale horizontale de la base, au lieu de lui être parallèle comme dans les cristaux ordinaires, et les anneaux présentent une dispersion *horizontale* des plus marquées. D'après

des mesures prises sur une macle artificielle, les plans qui renferment les axes *rouges* et les axes *bleus* font des angles d'environ :

69° 45′ rayons rouges }
71° 34′ rayons bleus } avec une normale à p,

2° 30′ rayons rouges }
0° 41′ rayons bleus } avec une normale à h^1 antérieure.

La dispersion propre des axes est très-faible et $\rho < v$. Des enchevêtrements intérieurs ne permettent pas d'obtenir une valeur bien exacte de l'écartement apparent dans l'air. Une lame assez bien normale à la bissectrice *aiguë* m'a fourni vers 16° C.

$$2H = 58^\circ\ 0' \quad \text{d'où} \quad 2E = 90^\circ\ 45' \text{ rayons jaunes.}$$

+ Sulfovinate de baryte. Prisme rhomboïdal oblique de 80° 20′ (Schabus). $ph^1 = 95^\circ\ 21'$; $o^2 h^1 = 121^\circ\ 15'$; $a^2 h^1 = 112^\circ\ 45'$.

Les cristaux que j'ai examinés offraient la combinaison des formes $m\ h^1\ g^1\ p\ o^2\ o^1\ a^2\ a^1\ e^1$, et ils étaient très-minces parallèlement à h^1. Les faces o^1 et a^1 sont nouvelles et n'avaient pas été décrites par Schabus; leurs incidences sont :

	calculées.	observées.
$h^1 o^1 =$	138° 14′	139° 20′ environ
$h^1 a^1$ adj. $=$	133° 0′	133° 15′

Clivage très-facile, à éclat nacré, suivant h^1. Double réfraction assez énergique. Plan des axes optiques parallèle à la diagonale horizontale de la base; bissectrice *aiguë* normale à cette ligne. Dispersion des axes très-faible avec $\rho < v$. Dispersion *horizontale* à peine appréciable par les bordures des barres qui traversent les anneaux vus parallèlement ou perpendiculairement au plan de

polarisation. Une macle assez imparfaite, formée de deux lames parallèles au plan de symétrie et assemblées suivant h^1, m'a fait voir que l'écart entre le plan des axes *rouges* et le plan des axes *moyens* ne dépassait guère 0° 5'. Le plan des axes *moyens* fait approximativement des angles de :

20° 6' avec une normale à h^1 antérieure,
38° 39' avec une normale à o^2,
64° 33' avec une normale à p.

Une lame bien perpendiculaire à la bissectrice *aiguë* m'a donné à 14° C.

$$2E = \begin{cases} 87° 21' \text{ rayons rouges,} \\ 88° 41' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

— TARTRATE NEUTRE (dextrotartrate) D'AMMONIAQUE [1].

Prisme rhomboïdal oblique de 81° 46'. $p\,o^1$ = 130° 24'; $p\,h^1$ = 92° 24' sur o^1; $o^1\,h^1$ = 142° 0'; $p\,a^1$ = 127° 29'; $a^1\,h^1$ adj. = 140° 7'; $e^1\,e^1$ = 110° 4' sur g^1; $p\,d^{1/2}$ = 126° 16'; $p\,b^{1/2}$ adj. = 124° 26' (Miller; *Transactions of the Cambridge Philosophical Society*, vol. V, 3e part. année 1835). Dans les combinaisons de formes observées par M. Miller, o^1 s'est rencontrée rarement, $d^{1/2}$ a paru homoèdre et $b^{1/2}$ quelquefois hémièdre.

Clivage très-net suivant p. Plan des axes optiques parallèle au plan de symétrie. La dispersion des axes est faible avec $\rho < v$. La dispersion *inclinée* se manifeste par une différence notable dans la forme des anneaux des deux systèmes et dans la vivacité des couleurs qui bordent les hyperboles vues à 45° du plan de polarisation, à travers des lames clivées parallèlement à la base; l'hyperbole qui traverse les anneaux ovales offrant du bleu vif à l'*intérieur*, du rouge vif à l'*extérieur*, et celle qui traverse les an-

[1] Dans mon premier Mémoire j'avais rangé ce sel parmi les substances *positives* sur l'autorité de H. de Senarmont; mais il est facile de s'assurer que le signe + s'applique en réalité à la bissectrice *obtuse*.

neaux ronds des bordures disposées suivant le même ordre, mais d'une teinte très-pâle. L'écart entre la bissectrice des axes *rouges* et la bissectrice des axes *bleus* mesuré sur une macle artificielle n'est que de 0° 8′. Les bissectrices des axes *rouges, jaunes* et *bleus* font à 20° C. des angles d'environ :

16° 16′ rayons rouges
16° 17′ rayons jaunes } avec une normale à *p*,
16° 24′ rayons bleus

71° 20′ rayons rouges
71° 19′ rayons jaunes } avec une normale à h^1 antérieure.
71° 12′ rayons bleus

Ces angles ont été respectivement fixés, pour la bissectrice des axes moyens, à 16° 24′ et 71° 12′ par M. Miller, à 16° 43′ et 71° 19′ par H. de Senarmont.

Les axes optiques sont situés l'un à droite, l'autre à gauche d'une normale au clivage basique; l'axe correspondant aux anneaux ronds s'écarte peu de cette normale en s'inclinant vers a^1; l'axe correspondant aux anneaux ovales s'en écarte beaucoup plus en s'inclinant vers o^1.

Un prisme de 34° 2′ dont une face avait été polie de manière à se confondre avec h^1 et dont l'autre était très-voisine de a^1 m'a donné, pour l'indice moyen,

$$\beta = \begin{cases} 1.579 \text{ rayons rouges,} \\ 1.581 \text{ rayons jaunes,} \\ 1.591 \text{ rayons bleus}^{1}. \end{cases}$$

A l'aide de ces valeurs et de l'angle que chaque axe vu dans

[1] Pour la partie la plus brillante du spectre, M. Miller a trouvé $\beta = 1.579$ et H. de Senarmont $\beta = 1.580$; c'est par suite d'une méprise sur le spectre dont la déviation *minimum* devait entrer dans le calcul que ce dernier a cité le nombre 1.534 dans ses « Recherches sur les propriétés optiques biréfringentes des corps isomorphes. » (*Annales de chimie et de physique*, 3° série, t. XXXIII, p. 419.)

l'air à sa sortie d'une bonne lame de clivage faisait avec la normale à cette lame, j'ai obtenu, en moyenne[1] :

$$2V = \begin{cases} 39^\circ\ 32' \\ 39^\circ\ 36' \\ 40^\circ\ 0' \end{cases} \quad 2E = \begin{cases} 64^\circ\ 33' \text{ rayons rouges,} \\ 64^\circ\ 46' \text{ rayons jaunes,} \\ 65^\circ\ 56' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

En chauffant une lame de clivage entre 20° et 75° C. environ, l'hyperbole à bordures pâles s'écarte de la position initiale de la bissectrice, tandis que l'hyperbole à bordures vives s'en rapproche; l'angle apparent des axes optiques paraît très-peu changer, mais leur bissectrice éprouve un déplacement notable.

+ Taurine. Les propriétés optiques ont déjà été décrites dans mon deuxième Mémoire. En chauffant, de 20° à 70° C. environ, une lame normale à la bissectrice *aiguë*, l'angle des axes optiques éprouve une légère diminution, mais la dispersion *tournante* ne paraît pas sensiblement modifiée.

— Trémolite. Depuis la publication du premier volume de mon Manuel de Minéralogie, j'ai obtenu sur une lame de trémolite grise, normale à la bissectrice *aiguë*, quelques mesures assez précises qui ont donné :

$$2H = \begin{cases} 99^\circ\ 36' \\ 99^\circ\ 40' \\ 100^\circ\ 2' \text{ rayons bleus.} \end{cases} \quad \text{d'où } 2V = \begin{cases} 87^\circ\ 27' \text{ avec } \beta = 1.620 \text{ r. rouges,} \\ 87^\circ\ 31' \text{ avec } \beta = 1.622 \text{ r. jaunes,} \end{cases}$$

+ Triplite. $(\dot{F}e^4, \dot{M}n^4)\ \dddot{\bar{P}}h$. On a trouvé, à la carrière de la Vilate près Chanteloube (Haute-Vienne), de belles masses d'un brun rouge, à cassure esquilleuse et à éclat résineux. Ces masses se

[1] Quoique le clivage basique soit très-facile à obtenir, les lames qu'il produit sont très-rarement terminées par deux faces bien planes et parfaitement parallèles entre elles; aussi les angles A′ N et B′ N qu'elles fournissent conduisent-ils le plus souvent à des valeurs différentes pour le demi-angle réel V (voir la note p. 147). Sur 9 ou 10 plaques d'épaisseurs diverses que j'ai essayées, la moins imparfaite m'a donné,

clivent assez nettement dans une direction, et moins nettement dans une direction à peu près perpendiculaire à la première; quant au troisième clivage encore plus difficile, indiqué dans tous les traités de Minéralogie, l'examen d'un grand nombre de fragments, préparés pour en déterminer la densité, m'a semblé prouver qu'il n'était que le résultat d'une cassure plus ou moins régulière. La matière est transparente en lames minces et elle possède une double réfraction assez énergique. Le plan des axes optiques paraît être parallèle au clivage difficile et perpendiculaire au clivage facile. Dans une macle artificielle composée de deux lames minces très-transparentes, parallèles au clivage difficile et assemblées aussi exactement que possible suivant le clivage facile, j'ai trouvé que la bissectrice *aiguë* faisait avec ce clivage des angles d'environ : $\left\{\begin{array}{l} 42^\circ\ 10' \text{ rayons rouges,} \\ 41^\circ\ 53' \text{ rayons jaunes.} \end{array}\right.$

Il y a donc un écart notable entre la bissectrice des axes *rouges* et la bissectrice des axes *jaunes*. En examinant, dans l'huile, une lame très-légèrement oblique au plan des axes, mais bien symétrique par rapport à la bissectrice *aiguë* positive, j'ai vu que les anneaux correspondant aux deux axes avaient des formes à peu près identiques, mais que l'une des hyperboles était bordée par des couleurs notablement plus vives que l'autre; ces couleurs offrent d'ailleurs symétriquement du rouge à l'*intérieur* et du bleu à l'*extérieur*, d'où $\rho > v$. La mesure de l'écartement apparent dans l'huile m'a donné à 20° C.

$$2H = \left\{\begin{array}{l} 96^\circ\ 15' \text{ rayons rouges,} \\ 95^\circ\ 27' \text{ rayons jaunes,} \\ 95^\circ\ 20' \text{ envir. ray. verts.} \end{array}\right.$$

pour cette valeur, des nombres différant encore de 1° environ; les moyennes de 10 observations sont :

	Rayons rouges.	Rayons jaunes.	Rayons bleus.
A'N =	6° 20'	6° 24'	6° 43'
B'N =	66° 33'	66° 52'	68° 28'
n N =	16° 16'	16° 17'	16° 24'

L'angle compris entre l'axe *rouge* et l'axe *jaune* est à trois ou quatre minutes près le même dans les deux systèmes d'anneaux (0° 30′ dans le système à hyperbole bordée de couleurs vives, 0° 27′ dans le système à hyperbole bordée de couleurs pâles).

Dans une lame un peu oblique à la bissectrise *obtuse*, l'angle apparent dans l'huile était d'environ 125° 30′ pour les axes moyens.

Parallèlement ou perpendiculairement au plan des axes optiques, les lames normales aux bissectrices offrent un dichroïsme assez marqué, l'une des images fournies par la loupe dichroscopique étant jaune et l'autre brun rougeâtre.

D'après les caractères optiques qui viennent d'être énumérés, il paraît hors de doute que le type cristallin de la triplite est le prisme rhomboïdal oblique. Ces caractères, joints à ceux que fournissent les propriétés physiques et chimiques, prouvent que la substance constitue bien une espèce distincte des autres phosphates de manganèse et de fer.

— Urao (trona); $\dot{N}a^2 \ddot{C}^3 + 3\dot{H}$. Prisme rhomboïdal oblique de 47° 30′. $p a^1$ adj. = 103° 15′; pm antér. = 105° 11′; $a^1 m$ adj. = 103° 45′.

Clivage très-facile suivant p.

L'urao, rapporté par M. Boussingault du lac de Lagunilla, Nouvelle-Grenade, forme des masses bacillaires composées d'aiguilles plus ou moins grosses et très-allongées dans le sens de la diagonale horizontale de la base. Ces aiguilles se clivent très-nettement suivant p et beaucoup moins nettement suivant a^1; elles m'ont offert dans la zone $p a^1$ plusieurs faces, striées parallèlement à leur intersection mutuelle et qui m'ont paru pouvoir se rapporter aux symboles $a^{3/4}$, a^1, $a^{3/2}$, avec les incidences suivantes :

	calculées.	observées.
$p a^{3/4}$	= 92° 9′	91° environ sur h^1
$p a^1$	= 76° 45′	73° à 77° sur h^1
$p a^{3/2}$	= 52° 0′	50° 40′ environ, sur h^1

Double réfraction énergique. Les axes correspondant aux différentes couleurs sont presque rigoureusement compris dans un même plan, qui est parallèle à la diagonale horizontale de la base et sensiblement normal à cette face. La bissectrice *aiguë* est parallèle à la diagonale horizontale. Dans l'huile, les lames normales à la bissectrice *aiguë* montrent une dispersion des axes faible, avec $\rho < v$; la dispersion *tournante* y est tout à fait inappréciable; l'écartement apparent des axes y varie avec les plages, par suite d'enchevêtrements intérieurs. Une bonne lame très-mince, assez homogène, m'a donné, vers 15° C.

$$2H_a = \begin{cases} 78^\circ\ 43' \\ 79^\circ\ \ 1' \end{cases} \text{ d'où } 2E = \begin{cases} 136^\circ\ 46' \text{ rayons rouges,} \\ 140^\circ\ 12' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

Une lame de clivage un peu épaisse, homogène, normale à la bissectrice *obtuse*, n'a manifesté aucune dispersion *horizontale* et elle a fourni :

$$2\ H_o = \begin{cases} 107^\circ\ 0' \text{ rayons rouges,} \\ 106^\circ\ 50' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

Des valeurs de $2H_a$ et $2H_o$, on peut déduire approximativement :

$$2V = \begin{cases} 76^\circ\ 32' \quad \beta = 1.500 \text{ rayons rouges,} \\ 76^\circ\ 47' \quad \beta = 1.514 \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

Si l'on ne consultait ici que l'orientation du plan des axes optiques et l'absence totale de dispersion *tournante* ou *horizontale* autour des deux bissectrices, on conclurait que les formes cristallines de l'urao se rapportent à un prisme rhomboïdal droit, probablement hémièdre.

+ VIOLANE. Depuis la publication du premier volume de mon Manuel de Minéralogie, où la violane a été placée dans le groupe des pyroxènes, j'ai examiné deux sortes d'échantillons de ce minéral; les uns étaient de petits cristaux offrant la combinaison

$m g^1 p$ et les clivages parallèles aux faces m et g^1 du diopside, avec une couleur d'un violet foncé inégalement répartie; les autres étaient des masses laminaires, sur lesquelles j'ai pu reconnaître les formes h^1, m, g^3, g^2, g^1, mais sans terminaisons distinctes; ces masses, aplaties suivant g^1 au lieu de l'être suivant h^1 comme la plupart des cristaux de diopside et d'augite, sont d'un gris violacé pâle et engagées dans du quartz avec *piémontite* brune; elles proviennent, comme les cristaux violets, de Saint-Marcel en Piémont; on les trouve quelquefois dans les collections, rangées parmi les Zoïsites.

Des lames très-minces, taillées parallèlement à h^1 sur les cristaux violets et sur les masses laminaires, montrent au microscope polarisant un beau système d'anneaux excentré dont la position annonce deux axes optiques compris dans le plan de symétrie et très-écartés autour d'une bissectrice *négative* fortement inclinée sur h^1; ces caractères sont précisément ceux qui se manifestent dans les cristaux de diopside aplatis suivant h^1 et dans les lames de clivage des diallages.

La variété laminaire a été analysée par M. Pisani, qui a obtenu :

		Oxygène.	
Silice	50,30		26,8
Chaux	22,35	6,4	
Magnésie	14,80	5,8	
Soude	5,03	1,3	14,6
Oxyde ferreux	4,15	0,9	
Oxyde manganeux	0,76	0,2	
Alumine	2,31		
Eau	0,30		
	100,00		
Densité =	3,21		

† VIVIANITE. Prisme rhomboïdal oblique de 108° 10'. $o^1 h^1$ adj. = 140° 40'; $a^1 h^1$ adj. = 125° 24' (Des Cloizeaux). Les

beaux cristaux provenant des houillères embrasées de la Bouiche, de Commentry et de Cransac, qui ont servi à mes déterminations cristallographiques et optiques, m'ont offert plusieurs formes nouvelles, o^9, o^2, $a^{4/7}$, $e^{3/2}$, $x = (d^{1/5}\ d^{1/11}\ h^{1/6})$ dans la zone $h^1\ d^1$, $y = (d^1\ b^{1/4} g^{1/7})$, $z = (b^{1/5}\ b^{1/11}\ h^{1/3})$ dans la zone $h^1\ b^{1/2}$, et un grand nombre de combinaisons dont les plus remarquables sont: $m\ h^1\ g^1\ p\ a^1\ d^1\ d^{1/2}\ b^{1/2}\ x\ y$; $m\ h^1\ g^1\ o^1\ a^1\ a^{4/7}\ d^1\ d^{1/2}\ b^1\ b^{1/2}\ z$; $m\ h^1\ g^1\ p\ a^1\ d^1\ b^1\ b^{1/2}$. Voici les principales incidences des formes nouvelles :

Incidences calculées.	Incidences observées.
$o^9\ h^1$ adj. = 109° 54′	109° à 110°
$o^2\ h^1$ adj. = 126° 25′	126°
$a^{4/7}\ h^1$ adj. = 145° 7′	145° 28′
$p\ e^{3/2}$ = 155° 42′	156° 40′
$d^1\ e^{3/2}$ = 157° 33′	159° environ
$e^{3/2}\ b^{1/2}$ = 135° 48′	135° 22′
$x\ h^1$ adj. = 145° 3′	143° environ
$x\ d^1$ adj. = 159° 20′	159° 20′ à 160°
$g^1\ y$ = 102° 47′	102° 25′ à 103°
$y\ d^1$ adj. = 168° 22′	169° 40′
$y\ a^1$ adj. = 119°	117° 48′
$y\ b^{1/2}$ adj. = 122° 3′	121° environ
$z\ h^1$ adj. = 152° 15′	152° 3′
$z\ b^{1/2}$ adj. = 147° 58′	147° 35′

Les dimensions de la forme primitive, déduites de mes nouvelles données, sont :

$b : h :: 1000 : 560{,}1415 \quad D = 800{,}969 \quad d = 598{,}705.$

Angle plan de la base = 106° 26′ 44″
Angle plan des faces latérales = 98° 30′ 7″.

Double réfraction énergique. Les axes optiques, pour les diverses couleurs du spectre, sont compris dans des plans parallèles

à la diagonale horizontale de la base; leur bissectrice *aiguë* est normale à cette ligne.

Dans l'huile, la dispersion des axes est faible et $\rho < v$; la dispersion *horizontale* y est également peu marquée. J'ai trouvé, sur une macle artificielle composée de deux lames de clivage assemblées suivant h^1, que l'écart entre le plan des axes *rouges* et le plan des axes *bleus* n'était que de 0° 14'. Les plans qui contiennent ces axes, ainsi que le plan des axes *jaunes*, font respectivement des angles d'environ :

28° 38' rouge 28° 32' jaune 28° 24' bleu	avec une normale à h^1 antérieure,
10° 42' rouge 10° 48' jaune 10° 56' bleu	avec une normale à o^1.
47° 4' rouge 47° 10' jaune 47° 18' bleu	avec une normale à p.

Une lame mince, un peu oblique au plan des axes, mais bien symétrique par rapport à la bissectrice *aiguë*, m'a donné vers 16° C.

$$2H_a = \left\{ \begin{array}{l} 80° 26' \\ 80° 33' \\ 80° 54' \end{array} \right\} \text{d'où } 2E = \left\{ \begin{array}{l} 142° 22' \text{ rayons rouges.} \\ 143° 14' \text{ rayons jaunes.} \\ 146° 46' \text{ rayons bleus.} \end{array} \right.$$

Une lame, clivée parallèlement à g^1 et par conséquent normale à la bissectrice *obtuse*, a montré une dispersion *tournante* appréciable; elle a fourni, en une plage assez nette où les hyperboles n'étaient pas trop déformées :

$$2H_o = \left\{ \begin{array}{l} 121° 19' \text{ rayons rouges,} \\ 121° 10' \text{ rayons jaunes,} \\ 120° 52' \text{ rayons bleus.} \end{array} \right.$$

Les nombres trouvés pour l'angle apparent des axes dans l'huile autour des deux bissectrices conduisent à admettre comme valeurs approximatives de l'angle réel et de l'indice moyen :

$$2V = \begin{cases} 73^\circ\, 4' & \beta = 1.590 \text{ rayons rouges,} \\ 73^\circ\, 10' & \beta = 1.592 \text{ rayons jaunes,} \\ 73^\circ\, 26' & \beta = 1.604 \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

+ WAGNÉRITE; $\dot{M}g^3 \ddot{\ddot{P}}h + Mg\, Fl$. Prisme rhomboïdal oblique de 95° 25'. $p\,h^1$ antér. = 108° 7'; $p\,a^1$ adj. = 135° 18'; $a^1\,h^1$ adj. = 116° 35'; $g^3\,g^3$ = 122° 25' sur g^1; $h^5\,g^3$ adj. = 150° 1'.

Clivage imparfait suivant g^3. Plan des axes optiques parallèle au plan de symétrie. Bissectrice *aiguë* presque parallèle à l'arête verticale $\frac{m}{m}$; l'orientation de cette bissectrice par rapport aux axes cristallographiques vertical et incliné n'a pu être déterminée complétement, les seuls cristaux que j'aie eus à ma disposition ne se composant que des faces verticales m, h^5, g^3, sans terminaisons distinctes. Dispersion des axes notable dans l'air, avec $\rho > v$. Dispersion *inclinée* tout à fait inappréciable.

Une plaque passablement normale à la bissectrice *aiguë* m'a donné à 14° C.

$$2E = \begin{cases} 44^\circ\, 48' & \text{rayons rouges,} \\ 43^\circ\, 8' & \text{rayons bleus.} \end{cases}$$

Une autre plaque, un peu oblique à la même bissectrice, a été chauffée de 11° à 146°.5 C. sans que l'angle apparent des axes *rouges* ait paru modifié; j'ai en effet trouvé 2E = 45° 12' à 11° et 45° 10' à 146°.5 C. La bissectrice a également conservé sa position.

— WOLLASTONITE [1]. Une lame bien normale à la bissectrice

[1] Par suite d'une erreur typographique, la bissectrice *aiguë* a été indiquée comme *positive* dans le premier volume de mon Manuel de Minéralogie.

aiguë, extraite d'un cristal du Latium, m'a donné pour l'angle apparent des axes *rouges*, à 17° C. $2E = 73° 32'$. A 195°,8 cet angle était de 73° 4'; par conséquent la chaleur n'apporte pas de modification sensible dans l'écartement des axes optiques; elle ne change pas non plus la position de leur bissectrice.

Les diverses observations thermo-optiques relatées dans les pages précédentes et qui ont porté sur 38 cristaux appartenant au système clinorhombique montrent :

1° Que des vingt-deux cristaux à axes optiques orientés dans le plan de symétrie qui ont été chauffés entre 12° et 195°.8 C.

Onze offrent un déplacement notable de leur bissectrice avec une modification plus ou moins forte dans l'écartement de leurs axes, les plus remarquables étant l'azotate de lanthane et d'ammoniaque, le clinochlore, le diopside, l'euclase, l'hydrargillite, la quercite, le sucre de canne et le tartrate neutre d'ammoniaque;

Six n'offrent qu'un déplacement de la bissectrice, faible ou à peine appréciable;

Cinq paraissent à peu près sans changement.

2° Que sur les cinq cristaux dont les axes optiques s'ouvrent dans un plan parallèle à la diagonale horizontale de la base et dont la bissectrice *aiguë* est normale à cette ligne, le plan des axes a toujours conservé la même position et par suite la dispersion *horizontale* est restée constante entre 12° et 171°.5 C. Parmi ces cristaux, on doit surtout remarquer l'orthose de Wehr dans l'Eifel, à cause de la diminution temporaire ou permanente, mais toujours considérable, que la chaleur apporte à l'angle apparent de ses axes.

3° Que des onze cristaux dont les axes optiques sont situés dans un plan normal au plan de symétrie et dont la bissectrice *aiguë* est parallèle à la diagonale horizontale de la base,

Quatre manifestent, dans l'orientation du plan de leurs axes entre 12° et 146°.5 C. une rotation de plusieurs degrés, le borax

et la Brewstérite étant ceux où cette rotation paraît le plus prononcée;

Sept n'éprouvent qu'un déplacement insensible du plan de leurs axes, tout en offrant pour ces axes un rapprochement ou un écartement plus ou moins notable.

5° Cristaux du système anorthique.

+ Albite. J'ai annoncé, dans mon Manuel de Minéralogie, que la chaleur était à peu près sans action sur l'angle des axes optiques, dans tous les feldspaths cristallisant en prisme doublement oblique. Cette action est en effet très-faible, car, en examinant avec soin, dans la lumière rouge, une portion d'anneau choisie parmi celles qu'une petite lame d'albite, oblique à la bissectrice *aiguë*, montrait dans l'air à droite et à gauche de cette ligne, j'ai trouvé qu'entre 21°.5 et 170°.8 C. chacune d'elles reculait à peu près de 1° 15'; par conséquent l'écartement des axes augmenterait d'environ 2° 30'.

— Amblygonite. J'ai publié dans les Comptes rendus de l'Académie des Sciences, séance du 10 mars 1863, la forme cristalline et les propriétés optiques de ce minéral. Une lame d'Hebron, État du Maine, bien normale à la bissectrice *aiguë*, chauffée jusqu'à 75° C. environ, ne m'a paru éprouver aucun changement, ni dans la position ni dans l'écartement des courbes colorées correspondant à ses deux axes optiques, et visibles dans l'air.

— Axinite. La détermination complète des propriétés optiques biréfringentes a été donnée dans mon Manuel de Minéralogie.

En observant avec les rayons rouges, à travers une lame normale à la bissectrice *aiguë*, les portions d'anneaux visibles dans l'air qui correspondent aux deux axes optiques, il m'a semblé

qu'entre 21°.5 et 170°.8, il y avait d'un côté un léger mouvement de recul, tandis que de l'autre côté tout restait immobile.

— Disthène. Une lame de clivage perpendiculaire à la bissectrice *aiguë*, traitée de la même manière que la lame d'axinite dont il vient d'être question, a manifesté dans l'air des courbes isochromatiques, qui n'ont paru éprouver aucun déplacement entre 12° et 170°.8 C.

+ Prosopite. D'après la description la plus récente de M. Scheerer et la figure jointe à son mémoire[1], les cristaux frais ou plus ou moins kaolinisés de prosopite présenteraient la forme d'un prisme rhomboïdal oblique d'environ 76°, tronqué sur ses arêtes verticales obtuses par le plan de symétrie g^1 et terminé par une hémipyramide antérieure $d^{1/2}$ et par deux hémipyramides postérieures a_3 et $b^{1/2}$. Les principaux angles que ces faces font entre elles ont donné en moyenne :

$mm =$ 76° 17′ avant	$d^{1/2}\,d^{1/2}$ adj. $=$ 133° 57′
$mg^1 =$ 141° à 143°	$b^{1/2}\,b^{1/2}$ adj. $=$ 116° 30′
$d^{1/2}\,a_3 =$ 121° 52′	$a_3\,a_3$ adj. $=$ 120° 55′

Une petite troncature dont les incidences n'ont pas été mesurées par M. Scheerer, mais qui paraît faire partie, sur sa figure, des zones $d^{1/2}\,g^1$ et m antér. $b^{1/2}$ supér. aurait pour symbole $y = (d^{1/2} b^{1/4} g^1)$. Il existerait un clivage facile suivant les deux faces $d^{1/2}$.

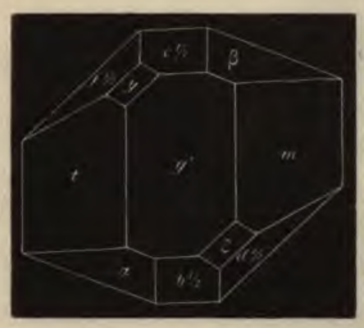
Les échantillons que j'ai eu l'occasion de voir, tant à Paris que dans la collection impériale de Vienne et dans celle de M. Scheerer, m'ont bien offert deux clivages se coupant sous un angle de 133° 58′ et des faces qui, par leur position, rentrent dans celles dont on doit la connaissance à M. Scheerer; seulement l'examen approfondi de plusieurs cristaux ou fragments de cris-

[1] *Annales de Poggendorff*, t. CI, p. 361.

taux transparents et à faces suffisamment miroitantes, que je dois à la libéralité du savant professeur de Freiberg, m'a fourni plusieurs motifs de croire que leur type cristallin est le prisme doublement oblique. Ces motifs sont : 1° l'inégale facilité avec laquelle paraissent s'obtenir les deux clivages principaux; 2° les différences constantes que j'ai trouvées entre les inclinaisons sur le plan de symétrie des faces qui doivent être de même espèce dans l'hypothèse d'une forme clinorhombique; 3° les angles inégaux que le plan des axes optiques, sensiblement parallèle à l'arête d'intersection des deux clivages dont je viens de parler, fait avec chacun d'eux. Malheureusement la dispersion particulière aux cristaux du système triclinique manque presque complétement, et les anneaux correspondant aux deux axes ne manifestent pas clairement le phénomène qui, dans le cas présent, serait tout à fait caractéristique.

Quoi qu'il en soit, les formes que j'ai observées, rapportées à un prisme doublement oblique présentant presque la symétrie d'un prisme clinorhombique, sont :

m, t (d gauche et d droit de Scheerer); g^1 (l de Scheerer); $d^{1/2}$, $f^{1/2}$ (z gauche et z droit de Scheerer), avec un clivage très-facile suivant $d^{1/2}$ et moins facile suivant $f^{1/2}$; $y = (f^{1/2}\, c^{1/4}\, g^1)$ (y droit de Scheerer, indéterminé); $\varepsilon = (d^{1/2}\, b^{1/4}\, g^1)$ (y gauche de Scheerer, indéterminé); $\alpha = (b^1\, c^{1/3}\, h^1)$ (t gauche de Scheerer); $\beta = (c^1\, b^{1/3}\, h^1)$ (t droit de Scheerer); $x = (b^{1/2}\, d^{1/4}\, g^1)$ nouvelle. Quant aux faces o de Scheerer, elles correspondraient, celle de gauche à $b^{1/2}$, celle de droite à $c^{1/2}$, mais je ne les ai jamais rencontrées[1]. Le tableau suivant donne la comparaison des angles calculés, avec les angles que j'ai me-



[1] Pour établir la correspondance de mes faces avec celles de M. Scheerer, je suppose que l'observateur place devant lui l'angle aigu du prisme vertical et les deux clivages principaux, en faisant tourner de 90° et de gauche à droite la figure ci-dessus.

surés sur deux cristaux transparents et avec ceux qu'a publiés M. Scheerer :

Calculé.	Observé.	
	Des Cloizeaux.	Scheerer et Dana.
$m\,t = 74^\circ\,30'$	$74^\circ\,20'$; $30'$	76° à 79° S. $74^\circ\,30'$ D.
$m\,g^1$ adj. $= 142^\circ\,15'$...	141° environ	141° à 143°
*$m\,g^1 = 37^\circ\,45'$ sur t...	$37^\circ\,45'$; $40'$	//
*$t\,g^1$ adj. $= 143^\circ\,15'$...	$143^\circ\,15'$; $17'$; 143°	141° à 143°
$d^{1/2}\,m = 134^\circ\,9'$......	//	//
$c^{1/2}\,m$ adj. $= 111^\circ\,11'$..	//	//
*$f^{1/2}\,t = 134^\circ\,32'$.....	$134^\circ\,32'$; $48'$	//
$b^{1/2}\,t$ adj. $= 112^\circ\,3'$ ...	//	//
$d^{1/2}\,\alpha = 122^\circ\,0'$......	$122^\circ\,55'$; $56'$	$121^\circ\,52'$ moy.
$f^{1/2}\,\beta = 122^\circ\,4'$......	$121^\circ\,54'$; $55'$	$121^\circ\,52'$ moy.
$d^{1/2}\,\varepsilon = 150^\circ\,52'$... .	150° à 151°	//
$d^{1/2}\,g^1$ gauc. $= 112^\circ\,32'$.	//	//
$\varepsilon\,g^1$ adj. $= 141^\circ\,40'$...	//	//
$d^{1/2}f^{1/2} = 133^\circ\,58'$....	$133^\circ\,58'$; $58'$; $55'$; $50'$	$133^\circ\,28'$ à $57'$ S. 133° à 134° D.
$d^{1/2}\,y = 105^\circ\,22'$ sur $f^{1/2}$.	$105^\circ\,15'$	
*$d^{1/2}\,g^1 = 67^\circ\,28'$ sur $f^{1/2}$.	$67^\circ\,28'$; $47'$; $51'$; $68^\circ\,5'$	//
$f^{1/2}\,y = 151^\circ\,24'$.....	//	//
*$f^{1/2}\,g^1$ droit $= 113^\circ\,30'$.	$113^\circ\,30'$; $27'$; $55'$; $114^\circ\,12'$	//
$y\,g^1$ adj. $= 142^\circ\,6'$....	143° environ	//
$b^{1/2}\,g^1$ adj. $= 120^\circ\,52'$..	//	//
$c^{1/2}\,g^1$ adj. $= 120^\circ\,14'$..	//	//
$b^{1/2}\,c^{1/2} = 118^\circ\,54'$....	//	$116^\circ\,30'$ S. $118^\circ\,15'$ D.
$\alpha\,g^1$ adj. $= 119^\circ\,41'$...	//	//
$\alpha\,\beta = 122^\circ\,8'$.......	$120^\circ\,51'$; $54'$	$120^\circ\,56'$ moy.
$\alpha\,g^1 = 60^\circ\,19'$ sur β...	$60^\circ\,35'$; $35'$	//
$\beta\,g^1 = 118^\circ\,11'$......	$118^\circ\,4'$; $42'$	//
$t\,d^{1/2} = 94^\circ\,27'$	$94^\circ\,40'$; $48'$; $48'$	//
$t\,x = 47^\circ\,18'$ sur $d^{1/2}$..	49° environ	//
$d^{1/2}\,x = 132^\circ\,52'$.....	$133^\circ\,54'$ environ	//

Calculé.	Observé.	
	Des Cloizeaux.	Scherer et Dana.
$\varepsilon m = 152°\ 11'$......	"	"
$y t = 152°\ 37'$.......	"	"
αt adj. $= 125°\ 34'$...	"	"
βm adj. $124°\ 25'$.....	"	"

Angles d'arêtes :

Calculé.	Observé (Scheerer).
$\frac{d^{1/2}}{f^{1/2}} : \frac{m}{t} = 134°\ 6'$.................	135° environ
$\frac{b^{1/2}}{c^{1/2}} : \frac{m}{t}$ antérieure $= 93°\ 58'$.........	90° environ
$\frac{d^{1/2}}{f^{1/2}} : \frac{\alpha}{\beta} = 115°\ 5'$.................	116° environ
$\frac{\alpha}{\beta} : \frac{m}{t}$ adj. $= 110°\ 49'$..............	108° 30′ environ

Dimensions de la forme primitive :

$b:c:h :: 1000:976{,}736:327{,}029 \quad D = 552{,}976 \quad d = 819{,}280$

Angle plan de la base $= 68°\ 1'\ 43''$ { angle $aoi = 33°\ 33'\ 33''$; angle $aoe = 34°\ 28'\ 10''$ }

Angle plan de $m = 112°\ 24'\ 49''$

Angle plan de $t = 112°\ 29'\ 44''$

Sur le goniomètre, les faces m, t, g^1 et les faces α, β, g^1 ne formaient pas des zones parfaitement exactes.

La face y, que j'ai observée, portait des stries fines parallèlement à son intersection avec $f^{1/2}$; α était striée parallèlement à son intersection avec $d^{1/2}$.

Double réfraction énergique. Plan des axes optiques sensiblement parallèle à l'arête $\frac{d^{1/2}}{f^{1/2}}$ et faisant, dans la lumière blanche, un angle d'environ 65° 36′ avec $d^{1/2}$ et un angle de 68° 22′ avec $f^{1/2}$ [1].

[1] Cette détermination a été faite au moyen d'une macle artificielle de deux lames, assemblées suivant une face nette de clivage parallèle à $d^{1/2}$ et taillées perpendiculairement à l'arête $\frac{d^{1/2}}{f^{1/2}}$.

Bissectrice *aiguë* parallèle à l'arête $\frac{d^{1/2}}{f^{1/2}}$. Une lame mince, bien normale à cette bissectrice, offrait dans l'huile une forte dispersion des axes avec $\rho > v$; les couleurs étaient symétriquement distribuées dans les anneaux des deux systèmes et leur diamètre ne présentait qu'une très-légère différence; j'ai obtenu à 20° C.

$$2H_a = \begin{cases} 65° \, 9' \\ 64° \, 21' \\ 60° \, 35' \end{cases} \text{ d'où } 2E = \begin{cases} 104° \, 14' \text{ rayons rouges,} \\ 102° \, 50' \text{ rayons jaunes,} \\ 96° \, 24' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

Une autre lame, sensiblement normale à la bissectrice *obtuse*, montrait dans l'huile les anneaux correspondant à un des axes un peu plus étroits que les anneaux correspondant à l'autre axe; parallèlement ou perpendiculairement au plan de polarisation, la barre transversale de l'anneau central d'un des systèmes offrait une bordure rouge et une bordure bleue d'une teinte très-pâle; la barre de l'autre système était tout à fait noire. J'ai trouvé pour l'écartement :

$$2H_o = \begin{cases} 120° \, 56' \text{ rayons rouges,} \\ 121° \, 42' \text{ rayons jaunes,} \\ 124° \, 38' \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

Les mesures de l'angle apparent des axes autour des bissectrices *aiguë* et *obtuse* conduisent, pour leur angle réel et pour l'indice moyen, aux valeurs approximatives :

$$2V = \begin{cases} 63° \, 30' \quad \beta = 1.500 \text{ rayons rouges,} \\ 62° \, 45' \quad \beta = 1.502 \text{ rayons jaunes,} \\ 59° \, 20' \quad \beta = 1.506 \text{ rayons bleus.} \end{cases}$$

— SASSOLINE (acide borique). Prisme doublement oblique de 118° 30′ (Miller). $mg^1 = 120° 30'$; $tg^1 = 121° 0'$; pg^1 droit $= 104° 17'$; $pm = 84° 57'$; $pt = 99° 27'$. Clivage parfait sui-

vant la base. Plan des axes optiques et bissectrice *aiguë* presque exactement perpendiculaires à la base. Les axes *moyens* sont compris dans un plan qui est presque parallèle au plan passant par les grandes diagonales des bases; leur écartement apparent dans l'air est de 10° à 12° (8° d'après M. Miller). Leur dispersion propre est nulle ainsi que la dispersion particulière aux cristaux du système triclinique.

Une lame de clivage, chauffée jusque vers 75° C. n'a manifesté aucune modification dans l'écartement ou l'orientation de ses axes optiques.

Les expériences que je viens de rapporter montrent que la chaleur est sans action ou produit un changement à peine appréciable dans les propriétés optiques biréfringentes des cinq cristaux tricliniques qui ont pu être soumis à des températures comprises entre 12° et 170°.8 C.

Tankite (Rose et Haidinger). Cette substance se présente ordinairement en masses d'un gris légèrement rosé, assez facilement clivables dans une direction, moins facilement dans une seconde direction faisant avec la première des angles d'environ 86° 20′ et 93° 40′, à cassure esquilleuse, très-tenaces, mais facilement rayées par l'acier; on la trouve très-rarement en cristaux de diverses grosseurs possédant les mêmes caractères physiques et offrant les formes $m, t, g^2, {}^2g, g^1, p, a^{3/2}, a^{1/2}, e^{3/2}, e^{1/2}, c^{1/6}, i^{1/2}, w = (c^{1/2} f^{1/6} g^1), q = (b^{1/2} c^{1/6} h^1)$ de l'anorthite, avec quelques autres formes telles que $a^{4/3}$ (douteuse), e^3, $e^{1/3}$ (douteuse), $i^{3/2}$ ou i^1 (douteuse), $i^{1/8}$, $n = (d^{1/2} b^{1/4} g^1)$, u très-voisine de $v = (b^{1/2} d^{1/6} g^1)$ qui n'ont pas encore été rencontrées dans ce feldspath. Les faces des cristaux sont généralement peu brillantes, quelquefois arrondies, et elles se prêtent mal à des mesures exactes; cependant j'ai pu déterminer la plupart de leurs incidences au goniomètre de réflexion, sur de petits cristaux qui ont été extraits d'une masse de fer oxydulé granulaire pénétrée d'amphibole (?) fibreuse, d'un vert

noir, où ils étaient engagés. Les principales combinaisons de formes



que j'ai observées sur les cristaux qui ont servi à mes mesures sont : $m\ t\ g^2\ {}^2g\ g^1\ p\ a^{1/2}\ e^{1/2}\ i^{3/2}\ i^{1/2}\ b^{1/2}\ c^{1/2}\ w$, gros cristal ressemblant à la figure 125, pl. XXI de l'atlas de mon Manuel de Minéralogie, ayant 28^{mm} de longueur, 44^{mm} de largeur et 26^{mm} d'épäisseur, engagé dans la gangue par une de ses extrémités; $m\ t\ g^2\ g^1\ p\ a^{1/2}\ e^{3/2}\ e^{1/2}\ e^{1/3}\ e^{1/6}\ i^1\ i^{1/2}\ i^{1/8}\ b^{1/2}\ c^{1/2}\ q$; $m\ t\ g^1\ p\ a^{4/3}\ a^{1/2}\ e^3\ e^{3/2}\ e^{1/2}\ e^{1/3}\ b^{1/2}\ c^{1/2}\ n\ q$; $m\ t\ g^1\ p\ a^{4/3}\ a^{1/2}\ e^{3/2}\ e^{1/2}\ b^{1/2}\ c^{1/2}\ n\ q\ u$, petits cristaux à faces passablement unies et miroitantes.

Le tableau suivant contient en regard les angles que j'ai mesurés sur la Tankite et ceux de l'anorthite, tels que je les ai donnés dans mon Manuel. Les nombres suivis de (g. o.) ont été obtenus au goniomètre d'application sur le gros cristal dont les dimensions sont indiquées ci-dessus.

Tankite.	Anorthite.
$m\ t$ = 120° à 120° 12′	120° 30′
${}^2g\ m$ = 147° à 149° (g. o.)	148° 33′
${}^2g\ g^1$ = 151° environ (g. o.)	149° 1′
$g^1\ m$ adj. = 118° environ	117° 34′
$m\ g^1$ = 62° 15′ sur t	62° 26′
$t\ g^2$ = 152° (g. o.)	151° 25′
$t\ g^1$ adj. = 122° 5′	121° 56′
$g^2\ g^1$ = 149° à 150° (g. o.)	150° 31′
$p\ a^{4/3}$? = 142° 15′	$p\ a^{4/3}$ = 140° 48′ $p\ a^{3/2}$ = 145° 14′
$p\ a^{4/3}$? = 37° 25′ sur h^1	$p\ a^{4/3}$ = 39° 12′ $p\ a^{3/2}$ = 34° 46′
$p\ a^{1/2}$ adj. = 98° 48′	98° 46′
$p\ a^{1/2}$ = 81° 12′ sur h^1	81° 14′

Tankite.		Anorthite.
$p\,e^{3} =$ 170° 40'.		170° 33'
$p\,e^{3/2} =$ 160° à 161°		161° 22'
$p\,e^{1/2}$ adj. = 133° 10' à 25'		133° 14'
$p\,e^{1/2} =$ 46° 22' sur g^{1}		46° 46'
$p\,e^{1/3}$? = 56° 40' sur g^{1}		58° 56'
$p\,e^{1/6} =$ 75° 40' sur g^{1}		75° 10'
$p\,g^{1}$ gauche = 86° 5'		85° 50'
$e^{1/2}g^{1}$ adj. = 133° (g. o.)		132° 36'
$p\,i^{3/2} =$ 161° 30' (g. o.)		162° 11'
$p\,i^{1}$? = 156° 40'		154° 31'
$p\,i^{1/2} =$ 137° 40'.		137° 21'
$p\,i^{1/8} =$ 108° 30' à 109°		108° 4'
$p\,g^{1}$ droit = 93° 54' à 94°		94° 10'
$i^{1/2}\,g^{1}$ adj. = 136° environ (g. o.)		136° 49'
$i^{3/2}\,i^{1/2} =$ 155° 0' (g. o.)		155° 10'
$e^{1/2}\,i^{1/2} =$ 90° 0' sur p (g. o.)		90° 35'
$i^{1/2}\,e^{1/2} =$ 89° 30' sur g^{1} (g. o.)		89° 25'
$p\,m$ antérieure = 110° 30' à 50'		110° 40'
$p\,c^{1/2}$ adj. = 125° 30'		125° 43'
$c^{1/2}\,m$ adj. = 124° 40'		123° 37'
$c^{1/2}\,p =$ 54° 34' sur m		54° 17'
$p\,t$ antérieur = 114° 10'		114° 7'
$p\,b^{1/2}$ adj. = 121° à 122° 30' (g. o.)		122° 9'
$b^{1/2}\,t$ adj. = 128° 34'?		123° 44'
$b^{1/2}\,p =$ 57° 50' sur t		57° 51'
$p\,n =$ 128°		127° 30'
$b^{1/2}\,c^{1/2} =$ 127° sur a^{1} (g. o.)		127° 6'
$g^{1}\,u$ adj. = 142° 15'	$g^{1}\,v =$	141° 44'
$g^{1}\,a^{1/2} =$ 90° 35' sur u	......	90° 23'
$u\,a^{1/2} =$ 126° 10' à 20'	$v\,a^{1/2} =$	128° 39'

Tankite.	Anorthite.
mw adj. = 143° (g. o.)	144° 44′
$m\ i^{1/2}$ = 94° 30′ sur w (g. o.)	94° 8′
$w\ i^{1/2}$ = 130° (g. o.)	129° 24′
$m\ a^{1/2}$ adj. = 136° 18′ à 23′	136° 22′
$m\ b^{1/2}$ = 100° 35′ sur $a^{1/2}$	98° 35′
$m\ e^{1/2}$ = 52° 50′ sur $a^{1/2}$	53° 14′
$a^{1/2}\ b^{1/2}$ = 143° 48′	142° 13′
$a^{1/2}\ e^{1/2}$ = 97° 40′ sur $b^{1/2}$	96° 52′
$b^{1/2}\ e^{1/2}$ = 134° 30′	134° 39′
$e^{1/2}\ n$ adj. = 160° 9′	158° 3′
$c^{1/2}\ m$ adj. = 126° 50′	126° 46′
$n\ m$ adj. = 145° 40′ à 50′	148° 43′
$e^{1/2}\ a^{1/2}$ = 83° 10′ sur m	83° 8′
$t\ q$ adj. = 156° 20′ à 164° 24′	160° 22′
$t\ a^{1/2}$ adj. = 134° 35′	134° 36′
$t\ c^{1/2}$ = 94° 30′ sur $a^{1/2}$	94° 24′
$a^{1/2}\ c^{1/2}$ = 140° (g. o.)	139° 48′
$q\ a^{1/2}$ adj. = 150° 4′ à 158° 10′	154° 14′
$c^{1/2}\ i^{1/2}$ = 135° 30′ (g. o.)	135° 50′
$i^{1/2}\ t$ adj. = 129° 55′	129° 46′
$i^{1/2}\ a^{1/2}$ = 84° 0′ sur t	84° 22′
${}^2g\ w$ adj. = 160° 30′ (g. o.)	159° 5′
${}^2g\ c^{1/2}$ adj. = 128° 0′	126° 44′
$w\ c^{1/2}$ = 149° 0	147° 39′

$$n = (d^{1/2}\ b^{1/4}\ g^1) \qquad w = (c^{1/2}\ f^{1/6}\ g^1)$$
$$v = (b^{1/2}\ d^{1/6}\ g^1) \qquad q = (b^{1/2}\ c^{1/6}\ h^1)$$

La face u est très-voisine de v de l'anorthite par ses incidences et par sa position; seulement elle est un peu en dehors de la zone $g^1\ a^{1/2}$ dont v fait partie; peut-être n'est-elle qu'une face v déformée. La face n se trouve dans la zone $m\ e^{1/2}$, comme $x = (d^{1/2}\ b^{1/6}\ g^1)$ de l'anorthite; mais ces deux formes offrent de trop

grandes différences dans leurs incidences correspondantes pour qu'on puisse les regarder comme identiques.

Les cristaux se clivent assez nettement suivant la base p, très-difficilement suivant g^1. Des lames taillées parallèlement à p, à g^1, ou à peu près normalement à ces deux faces, sont à peine transparentes par places lorsqu'elles sont excessivement minces; elles ont un aspect cireux et elles exercent sur la lumière polarisée une action très-faible qui se manifeste irrégulièrement et dans tous les sens. Avec un assez fort grossissement, leur structure intérieure paraît micro-cristalline et rappelle tout à fait celle des substances pseudomorphiques. Les masses clivables se comportent exactement de la même façon sous le microscope.

La constitution chimique s'accorde parfaitement avec les caractères précédents, et elle montre que la Tankite est une *anorthite* hydratée, qui a subi un commencement d'altération analogue à celle que présentent la Villarsite, le malacon, l'aspasiolite et quelques autres silicates. Au chalumeau, la substance fond assez facilement, avec bouillonnement et coloration de la flamme en jaune, en un émail blanc bulleux; dans le matras, elle montre des traces de fluor; au spectroscope, elle donne la réaction de la lithine; elle est en partie attaquable par les acides. Une analyse que M. Pisani a bien voulu faire à ma demande, sur une masse clivable, a fourni :

		Oxyg.		Rapp.
Silice	42,49		22,66	4
Alumine	34,70	16,16	16,39	3
Oxyde ferrique	0,74	0,22		
Chaux	15,82	4,52	5,15	1
Magnésie	0,30	0,12		
Soude et lithine	1,60	0,41		
Potasse	0,63	0,10		
Eau et fluor	4,80			
	101,08			

Densité = 2,897 (Pisani); 2,877 (G. Rose).

Les masses clivables étaient connues depuis longtemps dans la plupart des collections, mais sans qu'on eût aucun renseignement précis sur leur nature. Quelques auteurs regardaient la substance comme une variété de *chiastolite* de Norwége; mais j'ai déjà fait remarquer, dans le premier volume de mon Manuel de Minéralogie, que les échantillons existant à Paris n'offraient aucun caractère qui pût les rapprocher de ce minéral. Les cristaux sont fort rares, comme je l'ai dit plus haut, et la seule collection qui en possède jusqu'à ce jour est celle de l'Université de Berlin; ils ont été rapportés d'Arendal en 1825 par M. Tank, propriétaire de mines et d'usines à Friedrikshold, et, depuis cette époque, il ne paraît pas qu'on en ait jamais retrouvé d'autres. La présence de ces cristaux dans les couches de fer oxydulé d'Arendal est analogue à celle de l'amphodélite dans les calcaires de Tunaberg. Le nom de *Tankite* a été proposé dès l'origine par MM. Haidinger, Allan, Abel, Möller et G. Rose, réunis à Berlin au moment où M. Tank y arrivait de Norwége avec ses cristaux; mais la détermination minéralogique, toujours projetée et toujours remise, n'avait pas encore été faite. C'est à la bienveillance de M. G. Rose que je suis redevable de la communication de tous les cristaux appartenant à la collection de Berlin et des renseignements historiques qui précèdent. Je suis heureux de trouver ici l'occasion de lui en témoigner publiquement ma sincère reconnaissance.

APPENDICE.

+ Cryolite. De nouvelles observations semblent confirmer ce que j'ai annoncé dans mon premier Mémoire, que la forme primitive de cette substance est bien le prisme doublement oblique. On sait que ses masses laminaires offrent trois clivages principaux, inégalement faciles; on peut admettre que le plus facile, à éclat nacré, est parallèle à la base *p*, qu'un autre, assez facile et à éclat vitreux, est parallèle à la face verticale de gauche *m*, et que le troisième, moins facile mais encore éclatant, est parallèle à la face verticale de droite *t*. Il paraît exister des clivages interrompus et plus difficiles sur l'angle solide antérieur et sur l'angle solide latéral de droite de la forme primitive, correspondant aux faces o^1 et i^1. Des mesures approximatives au goniomètre de réflexion m'ont donné :

$mt = 91° 30'$ à $40'$ en avant	pt postérieur $= 91° 20'$
pm antérieure $= 91° 40'$ à $50'$	$pi^1 = 124° 30'$
pt antérieur $= 88° 40'$	

Le plan des axes optiques serait presque parallèle à l'arête d'intersection des faces *m* et o^1; mais, comme il est souvent fort difficile de distinguer à première vue les trois clivages principaux l'un de l'autre, ce n'est que par tâtonnement qu'on arrive à obtenir des lames à peu près perpendiculaires à la bissectrice *aiguë;* l'orientation exacte du plan des axes optiques et celle de leur bissectrice laisse donc encore beaucoup d'incertitude. L'écartement des axes est très-variable, suivant les échantillons et suivant les plages d'un même échantillon; sa détermination ne peut être qu'approchée, à cause des lames hémitropes et des enchevêtrements intérieurs que présentent la plupart des échantillons et qui rendent assez confuses les hyperboles vues au microscope polarisant. La dispersion des axes est si faible que son sens reste incertain.

Une ou deux lames m'ont offert des traces de dispersion ***tournante.*** J'ai trouvé pour les rayons rouges, à la température ordinaire de 15° à 20° C.

$$2E = \begin{cases} 60^\circ\ 25' \text{ environ, sur une plaque,} \\ 47^\circ\ 37' \text{ environ, sur une autre plaque.} \end{cases}$$

Larderellite; borate d'ammoniaque. Agrégation d'écailles cristallines qui, sous le microscope à fort grossissement muni de deux *Nicols* croisés à angle droit, offrent la forme de lamelles excessivement minces, triangulaires, rhombes ou hexagonales; ces lames paraissent toutes dériver d'un prisme rhomboïdal droit ou oblique, dont l'angle plan de la base serait d'environ 113° 30'. L'extinction maximum de la lumière polarisée a lieu suivant les deux diagonales du rhombe; mais, comme on ne parvient à apercevoir aucun anneau, en opérant avec le microscope à lumière convergente, il n'est pas possible de se prononcer d'une manière définitive sur l'orientation du plan des axes optiques et sur la véritable forme primitive des cristaux.

Polyhalite. Il existe deux variétés principales de cette substance, l'une en masses lamellaires d'un rouge pâle, facilement clivables dans une direction, l'autre en masses bacillaires, toutes deux décrépitant fortement et fondant à la flamme d'une bougie. La seconde variété est rarement assez transparente, même en lames très-minces, pour manifester une action régulière sur la lumière polarisée. La première variété se rencontre quelquefois à Ischl en Autriche, en échantillons à structure lamello-fibreuse offrant un clivage facile, très-transparents par places et d'une couleur jaune rougeâtre. Ces échantillons montrent, au microscope polarisant éclairé par des rayons parallèles, une structure peu homogène, d'où il semble résulter qu'ils se composent de plages irrégulières assez fortement biréfringentes, disséminées au milieu d'une masse amorphe et probablement monoréfringente. Avec des rayons convergents, les plages biréfringentes manifestent un système d'anneaux ou la naissance de deux systèmes annonçant deux axes optiques très-écartés autour d'une bissectrice ***positive*** fortement inclinée sur le plan de clivage et compris dans un plan très-oblique à la direction des fibres. La matière étant très-fragile et ne permettant pas d'obtenir les lames nécessaires pour étudier complétement ses pro-

priétés optiques biréfringentes, il est impossible, pour le moment, de dire à quel système cristallin elle appartient; selon toute probabilité, elle ne constitue pas un minéral parfaitement homogène, et ses parties biréfringentes, trop abondantes d'ailleurs pour être attribuées à des lamelles interposées de *gypse* ou de *Karsténite*, sont clinorhombiques ou même tricliniques.

+ ? SCHEERÉRITE. Ce carbure d'hydrogène est regardé comme cristallisant en prismes rhomboïdaux obliques. Les échantillons d'Uznach, canton de Saint-Gall en Suisse, se présentent en couches très-minces dans lesquelles le microscope fait reconnaître une agrégation irrégulière de petites lamelles agissant fortement par places sur la lumière polarisée; en opérant avec la lumière convergente, ces lamelles laissent voir en quelques plages des anneaux qui annoncent deux axes optiques très-écartés autour d'une bissectrice *positive*. La position oblique du plan des axes, par rapport à la face qui paraît être le plan de symétrie des cristaux supposés clinorhombiques, semblerait indiquer qu'ils appartiennent peut-être au système triclinique.

ADDITIONS.

Pendant l'impression de mon Mémoire, j'ai fait quelques nouvelles déterminations dont voici les résultats.

OBSIDIENNE d'un gris de fumée, transparente, traversée par des bandes parallèles blanchâtres, du Mexique.

L'indice est très-faible, ainsi que le montrent les nombres suivants, obtenus à l'aide d'un prisme de 59° 24', vers 15° C.

$$n = \begin{cases} 1.482 \text{ rayons rouges (lithine)}, \\ 1.485 \text{ rayons jaunes (soude)}. \end{cases}$$

SPINELLE, d'une couleur rose très-agréable. Un prisme de 32° 39',

choisi parmi les nombreuses facettes d'une belle pierre taillée appartenant à M. Achard, m'a donné à 13° C.

$$n = \begin{cases} 1.7121 & \text{rayons rouges (lithine),} \\ 1.7130 & \text{centre du rouge,} \\ 1.7155 & \text{rayons jaunes (soude),} \\ 1.7261 & \text{centre du bleu.} \end{cases}$$

Ces nombres sont notablement plus faibles que ceux dont on doit la détermination à Wollaston, à Herschel et à M. Brewster.

— PROUSTITE; sulfo-arséniure d'argent. Une lame mince, taillée bien normalement à l'axe vertical d'un petit cristal de Schneeberg en Saxe, offre une couleur rouge de cinabre et elle est complétement dépourvue de l'éclat métallique si prononcé sur les lames d'argyrythrose. La double réfraction y est *négative* et très-énergique. En opérant à 15° C. nous avons trouvé, M. Fizeau et moi, à l'aide d'un prisme de 30° 50′ 40″ taillé sur un petit cristal transparent du Mexique et ayant son arête réfringente bien parallèle à l'axe cristallographique vertical :

	Rayons rouges (lithine).	Rayons jaunes (soude).
$\omega =$	2.9789	3.0877
$\varepsilon =$	2.7113	2.7924

La substance paraît douée d'un pouvoir absorbant plus faible que celui de l'argent rouge; car des deux spectres fournis par la lumière jaune de la soude, le plus dévié, correspondant à l'image *ordinaire*, était seul fortement absorbé, tandis que le moins dévié avait beaucoup d'éclat; quant aux deux spectres produits par la lumière rouge de la lithine, ils offraient à peu près la même intensité. L'argyrythrose examiné par M. Fizeau (voy. p. 11) ne laissait, au contraire, passer, malgré sa belle transparence, que les rayons rouges de la lithine.

+ ANGLESITE. Je n'avais pu donner page 30 que la valeur de l'indice *moyen*. Je suis parvenu récemment à mesurer les trois indices principaux, à l'aide de trois prismes réfringents formés sur un cristal de Monte Poni : le premier par une base nette et par une face e^1, large et suffisamment unie; le second par la base et par une face a^2 unie mais

très-petite; le troisième par une large face m et par une face g^3 très-étroite. J'ai trouvé à 15° C.

$$\alpha = 1.8924 \quad \beta = 1.8795 \quad \gamma = 1.8740$$
d'où $2V = 66° 40'$ rayons rouges,
$$\alpha = 1.8970 \quad \beta = 1.8830 \quad \gamma = 1.8770$$
d'où $2V = 66° 50'$ rayons jaunes.

— Calédonite; sulfato-carbonate de plomb et de cuivre, de Leadhills en Écosse.

Prisme rhomboïdal droit de 95°. Les cristaux sur lesquels j'ai opéré offraient la combinaison de formes $m\, g^1\, p\, b^{1/4}$ et ils étaient fortement aplatis suivant g^1. La face $b^{1/4}$, qui a été observée par M. Greg, mais qui n'est pas indiquée dans la Minéralogie de Brooke et Miller, fait avec la base p un angle de 104° environ.

Plan des axes optiques parallèle à g^1. Bissectrice *aiguë* normale à h^1. Axes optiques très-écartés, manifestant dans l'huile une dispersion notable, avec $\rho < v$. Deux lames très-minces, assez bien normales aux deux bissectrices, m'ont donné à 14° C.

$$2H_a = \begin{cases} 112° 27' \text{ rayons rouges}, \\ 113° 27' 30'' \text{ rayons bleus}. \end{cases}$$
$$2H_o = \begin{cases} 142° 5' 30'' \text{ rayons rouges}, \\ 141° 32' \text{ rayons bleus}. \end{cases}$$

On tire de là les valeurs approximatives :

$$2V = \begin{cases} 82° 37' \quad \beta = 1.846 \text{ rayons rouges}, \\ 83° 3' \quad \beta = 1.864 \text{ rayons bleus}. \end{cases}$$

+ Hydrargillite, de Villa Rica au Brésil. Cette substance, analysée par M. de Kobell, qui n'y a trouvé que de l'alumine et de l'eau, forme des croûtes minces, à cassure fibreuse, qui se composent d'une agrégation de très-petits prismes hexagonaux jaunâtres, fortement enchevêtrés les uns dans les autres. Par suite, il est fort difficile d'isoler les cristaux ; on y parvient cependant quelquefois et on peut voir alors qu'ils se clivent

facilement suivant leur base; les lames qu'on obtient ainsi sont transparentes et elles offrent, au microscope polarisant, une bissectrice *positive* fortement oblique à leur plan et deux axes optiques presque entièrement réunis; ces lames sont donc optiquement identiques avec les cristaux de l'Oural décrits page 138.

— ORTHOSE AVENTURINÉ. L'écartement des axes optiques varie un peu suivant les plages. Une lame assez transparente de Werchne Oudinsk (voy. pag. 154) m'a donné à 18° C. pour les rayons rouges :

$$2E = 137° 50', 138° 49', 143° 22', \text{ en diverses plages.}$$

En une autre plage j'ai trouvé :

$$2E = \begin{cases} 142° 20' \text{ à } 18° \text{ C.} \\ 130° 56' \text{ à } 171° \end{cases}$$

TABLE ALPHABÉTIQUE.

Les différentes publications que j'ai faites depuis 1857 donnant la description plus ou moins complète des propriétés optiques de plus de 468 substances naturelles ou artificielles, j'ai pensé qu'il y aurait quelque utilité à terminer mon nouveau travail par une table alphabétique contenant, outre les indications relatives à ce travail, les renvois au premier volume de mon *Manuel de Minéralogie*, paru en 1862, et à mes deux Mémoires intitulés, le premier, *De l'emploi des propriétés optiques en Minéralogie;* le second, *Sur l'emploi des propriétés optiques biréfringentes pour la détermination des espèces cristallisées;* l'un a été inséré dans le tome XI, année 1857, et l'autre dans le tome XIV, année 1858, des *Annales des Mines*. Afin de faciliter les recherches dans ces deux Mémoires, j'ai placé en regard la pagination des Annales et celle des extraits à part qui en ont été tirés. Pour le présent Mémoire, qui est le troisième, les numéros indiquent les pages du tome XVIII du *Recueil des Savants étrangers*, et celles de mon tirage à part.

UNIAXES.	BIAXES.	NOMS DES SUBSTANCES.	MANUEL DE MINÉRALOGIE.	Ier MÉMOIRE		IIe MÉMOIRE		IIIe MÉMOIRE	
				ANNALES.	EXTRAITS à part.	ANNALES.	EXTRAITS à part.	SAVANTS ÉTRANGERS.	EXTRAITS à part.
	+?	Acétate de manganèse......	″	″	″	″	″	619	109
	+	Acétate de plomb..........	″	335	75	409	73	621	111
	—	Acétate de soude..........	″	″	″	410	74	″	″
	+	Achmite................	67	″	″	″	″	″	″
		Acide arsenieux (monor.)...	″	″	″	″	″	513	3
	+	Acide citrique............	″	324	64	371	35	534	24
	+	Acide molybdique.........	″	″	″	″	″	535	25
		Acide oxalique............	″	335	75	″	″	622	112

UNIAXES.	BIAXES.	NOMS DES SUBSTANCES.	MANUEL DE MINÉRALOGIE.	Ier MÉMOIRE ANNALES.	Ier MÉMOIRE EXTRAITS à part.	IIe MÉMOIRE ANNALES.	IIe MÉMOIRE EXTRAITS à part.	IIIe MÉMOIRE SAVANTS ÉTRANGERS.	IIIe MÉMOIRE EXTRAITS à part.
	+	Acide dextro-tartrique	//	334	74	//	//	623	113
	+	Adamine	//	//	//	//	//	536	26
	—	Adamsite	498	//	//	//	//	//	//
		Agathe blonde (monor.)	20	299	39	//	//	//	//
	+	Albite	322	309	49	//	//	699	189
		Allanite (monoréf. en partie)	256	//	//	//	//	//	//
	—	Alstonite	//	330	70	374	38	538	28
—		Alunite	//	305	45	//	//	//	//
	—	Amblygonite	//	//	//	//	//	699	189
+		Améthyste	17	298	38	//	//	//	//
	—	Amphibole actinote	81	//	//	//	//	624	114
	+	Amphibole anthophyllite	//	//	//	//	//	624	114
		Amphigène (monoréf.)	290	//	//	//	//	513	3
		Analcime (monoréf.)	392	//	//	//	//	515	5
—		Anatase	//	307	47	//	//	521	11
	—	Andalousite	174	308	48	//	//	539	29
	+	Anglesite (sulfate de plomb)	//	314	54	//	//	540 714	30 204
	+	Anorthite	297	310	50	//	//	//	//
	+	Anthophyllite	75	//	//	//	//	541	31
	—	Antigorite	110	328	68	372	36	544	34
—		Apatite	//	306	46	//	//	//	//
	—	Aphanèse	//	//	//	//	//	627	17
+ et —		Apophyllite	126	299	39	351	15	521	11
	—	Aragonite	//	329	69	373	37	544	34
—		Argyrythrose (argent rouge)	//	305	45	//	//	521	11
—		Arseniate d'ammoniaque	//	307	47	//	//	//	//
—		Arseniate de potasse	//	307	47	353	17	//	//
	—	Arseniate de soude	//	334	74	//	//	//	//
	+	Asparagine	//	//	//	//	//	547	37
	+	Astrophyllite	497	328	68	//	//	549	39
	—	Atacamite	//	//	//	//	//	549	39
—		Athériastite	235	//	//	//	//	//	//
	—	Autunite	//	333	73	377	41	550	40
	—	Axinite	517	//	//	//	//	699	189
	—	Azotate ammonico-céreux	//	//	//	403	67	//	1

UNIAXES.	BIAXES.	NOMS DES SUBSTANCES.	MANUEL DE MINÉRALOGIE.	Ier MÉMOIRE ANNALES.	Ier MÉMOIRE EXTRAITS à part.	IIe MÉMOIRE ANNALES.	IIe MÉMOIRE EXTRAITS à part.	IIIe MÉMOIRE SAVANTS ÉTRANGERS.	IIIe MÉMOIRE EXTRAITS à part.
	—	Azotate ammonico-céreux et lanthaneux	″	″	″	403	67	″	″
	+	Azotate d'argent	″	314	54	″	″	551	41
	+	Azotate céroso-cérique et ammonique	″	″	″	″	″	628	118
	?	Azotate céroso-cérique et potassique	″	″	″	″	″	631	121
—		Azotate céroso-magnésique	″	″	″	352	16	″	″
	—	Azotate de lanthane et ammoniaque	″	″	″	402	66	632	122
—		Azotate de lanthane et magnésie	″	″	″	352	16	″	″
—		Azotate de lanthane et manganèse	″	″	″	352	16	″	″
—		Azotate de lanthane et zinc	″	″	″	352	16	″	″
—		Azotate anhydre de lithine	″	305	45	″	″	″	″
	—	Azotate de potasse (nitre)	″	331	71	375	39	552	42
—		Azotate de soude	″	305	45	″	″	″	″
	—	Azotate de strontiane	″	331	71	401	65	″	″
	+	Azotate d'urane	″	314	54	358	22	″	″
	+	Bamlite (Sillimanite)	181	″	″	″	″	″	″
	+	Barytine (sulfate du baryte)	″	314	54	358	22	552	42
	—	Barytocalcite	″	″	″	399	63	632	122
	—	Bastite (schillerspath)	113	″	″	″	″	553	43
	+	Beaumontite (Heulandite)	428	313	53	″	″	″	″
	—	Bicarbonate d'ammoniaque	″	331	71	374	38	″	″
	—	Bimalate d'ammoniaque	″	335	75	381	45	553	43
	+	Bisulfate de soude	″	317	57	″	″	″	″
		Blende (monoréfr.)	″	″	″	″	″	515	5
	+??	Blödite	″	″	″	″	″	554	44
		Boracite (monoréfr.)	″	″	″	″	″	515	5
	—	Borax	″	329	69	398	62	633	123
	—	Brandisite	466	304	44	″	″	554	44
	+	Brewstérite	421	313	53	″	″	634	124
—		Bromate de didyme	″	″	″	354	18	″	″
	—	Bromure de sodium hydraté	″	335	75	″	″	634	124
	+	Bronzite	46	″	″	″	″	554	44

UNIAXES.	BIAXES.	NOMS DES SUBSTANCES.	MANUEL DE MINÉRALOGIE.	Ier MÉMOIRE ANNALES.	Ier MÉMOIRE EXTRAITS à part.	IIe MÉMOIRE ANNALES.	IIe MÉMOIRE EXTRAITS à part.	IIIe MÉMOIRE SAVANTS ÉTRANGERS.	IIIe MÉMOIRE EXTRAITS à part.
	+	Brookite	″	334	74	361	25	555	45
+		Brucite	″	301	41	″	″	″	″
	+	Bucholzite (Sillimanite)	180	″	″	″	″	″	″
	+	Calamine	120	313	53	357	21	555	45
	—	Calédonite	″	″	″	″	″	715	205
+		Calomel	″	300	40	″	″	″	″
—		Camphre (*Annales de chimie et de physique*, juin 1859)	″	″	″	″	″	″	″
—		Cancrinite	288	″	″	″	″	″	″
	+	Carnallite	″	″	″	″	″	556	46
+		Cassitérite (oxyde d'étain)	″	300	40	″	″	″	″
	+	Castor (*Annales de chimie et de physique*, novembre 1864)	″	″	″	″	″	635	125
	+	Célestine (sulfate de strontiane)	″	314	54	359	23	557	47
	—	Céruse (plomb carbonaté)	″	330	70	374	38	558	48
+ et —		Chabasie	409	299	39	″	″	″	″
—		Chalcolite	″	306	46	″	″	″	″
	+	Chessylite (azurite)	″	″	″	386	50	635	125
	—	Chiastolite	177	″	″	″	″	″	″
	—	Childrenite	″	″	″	378	42	559	49
—		Chiolite	″	307	47	″	″	″	″
	+	Chlorate de baryte	″	″	″	″	″	636	126
+		Chlorite blanche de Mauléon	439	300	40	″	″	″	″
	+	Chlorure de baryum	″	″	″	362	26	559	49
—		Chlorure de calcium	″	305	45	″	″	″	″
	+	Chlorure de cuivre	″	″	″	363	27	560	50
—		Chlorure de cuivre et ammonium	″	306	46	″	″	″	″
—		Chlorure de cuivre et potassium	″	306	46	″	″	″	″
—		Chlorure anhydre de magnésium	″	306	46	″	″	″	″
	+	Chlorure de nickel et ammonium	″	318	58	″	″	″	″
—		Chlorure de platine et éthylammoniaque	″	306	46	″	″	″	″

UNIAXES.	BIAXES.	NOMS DES SUBSTANCES.	MANUEL DE MINÉRALOGIE.	Ier MÉMOIRE ANNALES.	Ier MÉMOIRE EXTRAITS à part.	IIe MÉMOIRE ANNALES.	IIe MÉMOIRE EXTRAITS à part.	IIIe MÉMOIRE SAVANTS ÉTRANGERS.	IIIe MÉMOIRE EXTRAITS à part.
—		Chlorure de strontium......	″	305	45	″	″	″	″
	+	Christianite.............	400	″	″	415	79	″	″
	—	Chromate de magnésie.....	″	334	74	380	44	″	″
+		Chromate de potasse hexagonal..................	″	″	″	347	11	″	″
	+	Chromate de potasse à deux axes très-voisins.........	″	″	″	348	12	561	51
	—	Chromate jaune de potasse...	″	334	74	380	44	561	51
	—??	Chrysotile...............	112	″	″	″	″	″	″
+		Cinabre.................	″	337	77	″	″	″	″
	—	Citrate de soude..........	″	″	″	381	45	561	51
	+	Clinochlore..............	444	311	51	″	″	637	127
	—	Clintonite...............	468	304	44	″	″	562	52
	—	Codéine.................	″	336	76	382	46	562	52
	+	Comptonite..............	374	312	52	355	19	″	″
+		Coquimbite..............	″	″	″	347	11	″	″
	—	Cordiérite...............	355	325	65	371	35	563	53
—		Corindon................	″	307	47	354	18	522	12
	+	Corundophilite...........	497	″	″	″	″	638	128
—		Couseranite.............	228	″	″	″	″	″	″
	+	Cryolite................	″	324	64	″	″	711	201
	—?	Cummingtonite...........	83	″	″	″	″	″	″
—		Cyanure de mercure.......	″	307	47	″	″	″	″
	+	Cyanure de platine et baryum.	″	324	64	393	57	639	129
+		Cyanure de platine et magnésium.................	″	301	41	″	″	″	″
	+	Cyanure de platine et potassium.................	″	″	″	″	″	563	53
	+	Cymophane.............	″	319	59	364	28	564	54
	—	Damourite..............	498	329	69	″	″	″	″
	—	Datholite...............	170	329	69	″	″	639	129
	—	Diaclasite..............	48	″	″	″	″	564	54
	+	Diallage................	57	″	″	″	″	″	″
—		Diallogite (manganèse carbonaté).................	″	305	45	″	″	″	″
		Diamant (monoréfr.).......	″	″	″	″	″	517	7

UNIAXES.	BIAXES.	NOMS DES SUBSTANCES.	MANUEL DE MINÉRALOGIE.	Iᵉʳ MÉMOIRE		IIᵉ MÉMOIRE		IIIᵉ MÉMOIRE	
				ANNALES.	EXTRAITS à part.	ANNALES.	EXTRAITS à part.	SAVANTS ÉTRANGERS.	EXTRAITS à part.
	+	Diaspore	//	//	//	380	44	565	55
	+	Diopside	55	313	53	383	47	639	129
+		Dioptase	122	299	39	//	//	//	//
—		Dipyre	227	303	43	//	//	//	//
—		Dipyre du Mexique	236	//	//	//	//	//	//
	—	Disthène	186	325	65	//	//	700	190
—		Dolianite (gyrolite)	435	//	//	//	//	//	//
—		Dolomie	//	305	45	//	//	//	//
	—	Dulcite	//	//	//	//	//	640	130
—		Édingtonite	429	303	43	//	//	//	//
—		Ékebergite	231	//	//	//	//	//	//
—		Émeraude	366	302	42	//	//	//	//
—		Émeraude béryl	366	302	42	//	//	522	12
	—	Émerylite	502	328	68	//	//	//	//
	—	Émétique ordinaire	r	//	//	380	44	566	56
	—	Émétique de rubidium	//	//	//	//	//	566	56
	+	Enstatite	45 541	//	//	//	//	567	57
	—	Épidote	248	309	49	//	//	641	131
	—	Épistilbite	555	//	//	//	//	567	57
		Erdmannite (monoréfr.)	266	//	//	//	//	//	//
—		Érinite	//	307	47	//	//	//	//
	— ?	Érythrine	//	//	//	//	//	642	132
—		Érythrite	//	//	//	//	//	522	12
	+	Euchroïte	//	//	//	366	30	567	57
	+	Euclase	482	309	49	383	47	643	133
—		Eucolite	160	302	42	//	//	//	//
+		Eudialyte	160	299	39	//	//	//	//
	?	Eudnophite	395	//	//	//	//	//	//
	—	Exitèle (oxyde d'antimoine)	//	//	//	//	//	568	58
		Faujasite (monoréfr.)	407	//	//	419	83	//	//
	+	Féroëlite (Thomsonite)	376	//	//	//	//	//	//
	+	Fibrolite (Sillimanite)	181	//	//	//	//	//	//
		Fluorine (monoréfr.)	//	//	//	//	//	517	7

UNIAXES.	BIAXES.	NOMS DES SUBSTANCES.	MANUEL DE MINÉRALOGIE.	Iᵉʳ MÉMOIRE		IIᵉ MÉMOIRE		IIIᵉ MÉMOIRE	
				ANNALES.	EXTRAITS à part.	ANNALES.	EXTRAITS à part.	SAVANTS ÉTRANGERS.	EXTRAITS à part.
+		Fluorhydrate de fluorure ammonique	//	//	//	//	//	522	12
+		Fluorhydrate de fluorure potassique	//	301	41	//	//	//	//
+		Fluosilicate de zinc	//	//	//	347	11	//	//
	+	Formiate de baryte	//	324	64	370	34	568	58
	+	Formiate de chaux	//	324	64	370	34	569	59
	—	Formiate de cuivre	//	336	76	411	75	//	//
	—	Formiate de strontiane	//	336	76	382	46	570	60
	—	Fuchsite	494	328	68	//	//	//	//
—		Gabronite	235	//	//	//	//	//	//
	?	Gadolinite	40	//	//	//	//	//	//
	+	Galactite (mésotype)	385	//	//	//	//	//	//
	—	Gay-Lussite	//	//	//	400	64	643	133
	+	Gédrite	76	//	//	//	//	//	//
—		Gehlénite	214	303	43	//	//	//	//
	—	Germarite	//	//	//	//	//	571	61
		Gieseckite (amorphe)	289	//	//	417	81	//	//
	—	Gilbertite	503	328	68	//	//	//	//
	?	Gismondine	379	//	//	413	77	//	//
+		Glace	7	300	40	//	//	//	//
	—	Glaubérite	//	333	73	406	70	644	134
—		Glaucolite	231	//	//	//	//	//	//
	+	Glucosate de sel marin	//	322	62	369	33	//	//
+		Greenockite	//	300	40	//	//	//	//
		Grenat almandine (monoréfr.)	269	//	//	//	//	518	8
		Grenat essonite (monoréfr.)	267	//	//	//	//	//	//
		Grenat grossulaire (monoréfr.)	//	//	//	//	//	518	8
		Gymnite (amorphe)	115	//	//	//	//	//	//
	+	Gypse	//	315	55	386	50	644	134
—		Gyrolite (apophyllite)	//	//	//	//	//	523	13
	+	Harmotome	414	312	52	356	20	571	61
	?	Hartite	//	//	//	//	//	646	136
	+	Hatchettine	//	//	//	//	//	672	62

UNIAXES.	BIAXES.	NOMS DES SUBSTANCES.	MANUEL DE MINÉRALOGIE.	Ier MÉMOIRE		IIe MÉMOIRE		IIIe MÉMOIRE	
				ANNALES.	EXTRAITS à part.	ANNALES.	EXTRAITS à part.	SAVANTS ÉTRANGERS.	EXTRAITS à part.
—		Hédyphane	〃	307	47	353	17	523	13
—		Herschelite	398	〃	〃	350	14	〃	〃
	+	Heulandite	426	312	52	〃	〃	646	136
	—	Hopéite	〃	333	73	423	87	572	62
	—	Hornblende	86	〃	〃	385	49	646	136
—		Humboldtilite	216	〃	〃	〃	〃	〃	〃
	+	Humite	142	〃	〃	〃	〃	573	63
	—	Hureaulite	〃	〃	〃	392	56	647	137
		Hyalite (monoréfr.)	22	299	39	〃	〃	〃	〃
	—	Hyalophane	345	〃	〃	〃	〃	〃	〃
	+	Hydrargillite	〃	〃	〃	〃	〃	648 715	138 205
+ et —		Hydrolite (Gmélinite)	397	〃	〃	347 351	11 15	〃	〃
		Hydrophane (monoréfr.)	23	299	39	〃	〃	〃	〃
		Hydrophane artificielle	〃	299	39	〃	〃	〃	〃
	—	Hypersthène	46	〃	〃	〃	〃	573	63
—		Hyposulfate de chaux	〃	305	45	〃	〃	〃	〃
+		Hyposulfate de plomb	〃	300	40	〃	〃	〃	〃
	+	Hyposulfate de soude	〃	〃	〃	〃	〃	577	67
—		Hyposulfate de strontiane	〃	305	45	〃	〃	〃	〃
	+	Hyposulfite de soude	〃	317	57	〃	〃	650	140
	+	Hyposulfite de strontiane	〃	〃	〃	〃	〃	651	141
—		Idocrase	280	303	43	〃	〃	523	13
—		Iodoforme	〃	307	47	〃	〃	〃	〃
+		Iodure d'argent	〃	300	40	〃	〃	〃	〃
—		Iodure de cadmium	〃	307	47	〃	〃	〃	〃
—		Iodure rouge de mercure	〃	307	47	〃	〃	〃	〃
—		Iodure de plomb	〃	307	47	〃	〃	〃	〃
—		Jarosite	〃	〃	〃	352	16	〃	〃
—		Junkérite	〃	〃	〃	〃	〃	524	14
+ et —		Kämmerérite	440	312	52	〃	〃	524	14
	+	Karsténite (anhydrite	〃	315	55	359	23	580	70

UNIAXES.	BIAXES.	NOMS DES SUBSTANCES.	MANUEL DE MINÉRALOGIE.	Ier MÉMOIRE		IIe MÉMOIRE		IIIe MÉMOIRE	
				ANNALES.	EXTRAITS à part.	ANNALES.	EXTRAITS à part.	SAVANTS ÉTRANGERS.	EXTRAITS à part.
+		Katapleiite (catapleïte).....	161	299	39	"	"	"	"
	—	Klaprothite (lazulite).......	"	"	"	"	"	652	142
	—	Knebélite...............	38	"	"	"	"	580	70
	+	Kotschubéïte (clinochlore)..	"	"	"	"	"	653	143
	—	Kuphoïte (cyphoïte)......	191	"	"	"	"	581	71
	+	Labradorite..............	304	310	50	"	"	"	"
	—	Lanthanite...............	"	"	"	"	"	581	71
	?	Larderellite..............	"	"	"	"	"	712	202
	—	Laumonite...............	403	"	"	"	"	654	144
	—	Leadhillite...............	"	330	70	374	38	582	72
	—	Lépidolite...............	488	328	68	372	36	"	"
+		Leuchtenbergite..........	438	300	40	"	"	524	14
	—	Leucophane............	144	328	68	372	36	583	73
—		Lévyne.................	380	303	43	"	"	"	"
	—	Libéthénite.............	"	"	"	379	43	583	73
		Liebenérite (amorphe).....	289	"	"	416	80	"	"
	—	Liroconite..............	"	"	"	407	71	654	144
—		Löwéite................	"	"	"	"	"	524	14
	—	Loxoclase (orthose)........	340	"	"	"	"	"	"
	—	Lunnite (phosphorochalcite).	"	"	"	"	"	655	145
	—	Malachite...............	"	"	"	"	"	656	146
	—	Mannite................	"	"	"	"	"	584	74
	—	Margarite..............	501	328	68	372	36	"	"
	—	Marmolite..............	111	"	"	"	"	"	"
—		Matlockite..............	"	306	46	"	"	"	"
—		Meïonite...............	222	303	43	"	"	"	"
—		Mélinophane............	145	304	44	"	"	"	"
—		Mellite.................	"	304	44	"	"	525	15
	+	Mésole (Thomsonite).......	376	"	"	"	"	"	"
	—	Mésolite................	390	"	"	"	"	"	"
	+	Mésotype et brévicite.......	383	311	51	355	19	584	74
+		Métatungstate acide d'ammoniaque...............	"	301	41	"	"	"	"
	— ?	Métaxite................	111	"	"	"	"	"	"

UNIAXES.	BIAXES.	NOMS DES SUBSTANCES.	MANUEL DE MINÉRALOGIE.	Ier MÉMOIRE ANNALES.	Ier MÉMOIRE EXTRAITS à part.	IIe MÉMOIRE ANNALES.	IIe MÉMOIRE EXTRAITS à part	IIIe MÉMOIRE SAVANTS ÉTRANGERS.	IIIe MÉMOIRE EXTRAITS à part.
	—	Micas	483	327	67	372	36	585	75
	—	Microcline	341	//	//	//	//	//	//
—		Mimetèse (plomb arsenio-phosphaté)	//	306	46	352	16	//	//
	—	Molybdate d'ammoniaque	//	//	//	//	//	658	148
	+	Molybdate de soude	//	//	//	//	//	658	148
	+	Monazite	//	//	//	//	//	660	150
	+	Monrolite (Sillimanite)	180	//	//	//	//	//	//
	+	Monticellite	34	//	//	//	//	591	81
	+	Morvénite (harmotome)	414	//	//	//	//	//	//
	— ?	Mosandrite	532	//	//	//	//	//	//
	—	Murchisonite	342	//	//	//	//	//	//
	+	*Mycose* (tréhalose)	//	//	//	369	33	613	103
—		Néphéline	286	303	43	//	//	//	//
—		Nuttallite (Wernérite)	235	//	//	//	//	//	//
		Obsidienne (monor.)	//	//	//	//	//	713	203
	+	Oligoclase	314	310	50	//	//	//	//
	+	Olivénite	//	//	//	379	43	591	81
		Opale (monoréfr.)	23	//	//	//	//	//	//
		Orangite (monoréfr.)	133	//	//	//	//	//	//
	—	Orcine	//	337	77	//	//	661	151
		Orthite (en partie monoréfr.)	259	//	//	//	//	//	//
	—	Orthose	332	326	66	395	59	662	152
	—	Orthose aventuriné	//	//	//	//	//	663 716	153 206
	— ?	Ottrélite	572	//	//	//	//	//	//
	— ?	Ouralite	91	//	//	//	//	//	//
+		Oxahvérite	128	300	40	//	//	//	//
	+	Oxalate rose de manganèse	//	//	//	370	34	//	//
+		Oxyde de zinc sublimé	//	300	40	//	//	//	//
—		Paranthine	224	303	43	//	//	//	.
	+	Parasite	//	//	//	//	//	592	82
	+	Pargasite	86	//	//	//	//	665	155
+		Parisite	//	300	40	//	//	//	//

UNIAXES.	BIAXES.	NOMS DES SUBSTANCES.	MANUEL DE MINÉRALOGIE.	Ier MÉMOIRE ANNALES.	Ier MÉMOIRE EXTRAITS à part.	IIe MÉMOIRE ANNALES.	IIe MÉMOIRE EXTRAITS à part.	IIIe MÉMOIRE SAVANTS ÉTRANGERS.	IIIe MÉMOIRE EXTRAITS à part.
—		Passauite (paranthine)......	231	//	//	//	//	//	//
	+	Pectolite................	547	//	//	//	//	//	//
+ et —		Pennine.................	437	300 304	40 44	//	//	526	16
	+	Péridot.................	32	313	53	//	//	593	83
	+	Pérowskite..............	//	//	//	417	81	594	84
	+	Pétalite................	353	//	//	//	//	666	156
—		Phacolite...............	409	303	43	//	//	//	//
+		Phénakite (phénacite)......	29	298	38	//	//	//	//
	+ ?	Phillipsite (Christianite)....	400	//	//	413	77	//	//
	—	Pholérite...............	190 549	//	//	//	//	//	//
+		Phosgénite..............	//	300	40	//	//	527	17
—		Phosphate d'ammoniaque...	//	306	46	//	//	//	//
	+	Phosphate de manganèse....	//	//	//	//	//	594	84
—		Phosphate de potasse.......	//	306	46	//	//	//	//
	—	Phosphate de soude........	//	333	73	//	//	666	156
	—	Picrophylle..............	104	//	//	//	//	//	//
	— ?	Picrosmine..............	103	//	//	//	//	//	//
	—	Pierre de lune (orthose).....	335	327	67	//	//	//	//
	+	Pisanite.................	//	//	//	//	//	667	157
		Pollux (monoréfr.)........	369	//	//	//	//	518	8
	—	Polybasite...............	//	//	//	//	//	595	85
	?	Polyhalite...............	//	//	//	//	//	712	202
	+	Prehnite................	431	311	51	355	19	596	86
	+	Prosopite................	//	//	//	//	//	700	190
—		Protochlorure de fer.......	//	306	46	//	//	//	//
—		Proustite................	//	//	//	//	//	714	204
+		Prussiate jaune de potasse...	//	301	41	//	//	527	17
	+	Prussiate rouge de potasse...	//	321	61	366	30	668	158
	+	Prussiate jaune de soude....	//	//	//	//	//	673	163
	—	Puflérite (stilbite).........	418	//	//	//	//	//	//
	—	Pyroidésite (mica).........	//	//	//	//	//	597	87
—		Pyromorphite............	//	306	46	//	//	//	//
	—	Pyrophyllite.............	189	329	69	373	37	597	87
—		Pyrosmalite.............	520	304	44	//	//	//	//

UNIAXES.	BIAXES.	NOMS DES SUBSTANCES.	MANUEL DE MINÉRALOGIE.	Iʳᵉ MÉMOIRE		IIᵉ MÉMOIRE		IIIᵉ MÉMOIRE	
				ANNALES.	EXTRAITS à part.	ANNALES.	EXTRAITS à part.	SAVANTS ÉTRANGERS.	EXTRAITS à part.
+		Quartz	14	298	38	″	″	″	″
		Quartz fondu (monoréfr.)	17	299	39	″	″	″	″
		Quartz résinite (monoréfr.)	23	″	″	″	″	″	″
	+	Quercite	″	″	″	393	57	675	165
	—	Raphilite (amphibole)	83	″	″	″	″	″	″
	—	Réalgar	″	″	″	404 424	68	676	166
— ou	—	Ripidolite	451	312	52	351	15	″	″
?		Roméine	″	″	″	″	″	528	18
—		Rubellite (tourmaline)	510	302	42	″	″	″	″
+		Rutile	″	301	41	″	″	″	″
	+	Santonine	″	″	″	″	″	597	87
+		Sarcolite	285	299	39	″	″	″	″
		Saspachite (monoréfr.)	420	″	″	″	″	″	″
	—	Sassoline	″	″	″	″	″	704	194
	+	*Savite* (mésotype)	386	″	″	″	″	585	75
+		Schéelite	″	301	41	348	12	528	18
	+?	Scheerérite	″	″	″	″	″	713	203
	+	Schefférite (pyroxène)	″	″	″	″	″	677	167
		Schorlomite (monoréfr.)	530	″	″	″	″	519	9
	—	Scolésite	387	327	67	398	62	678	168
	+	Scorodite	″	320	60	366	30	599	89
	—	Sel de Seignette ammoniacal	″	321	61	381	45	599	89
	+	Sel de Seignette potassique	″	321	61	366	30	600	90
	+	Sel de Seignette potassique et ammoniacal	″	322	62	367	31	″	″
		Senarmontite (monoréfr.)	″	″	″	″	″	519	9
		Serpentine (amorphe)	107	″	″	″	″	″	″
—		Sesquichlorure de chrome	″	306	46	″	″	″	″
	+	Sillimanite	180	″	″	″	″	602	92
	—	Sismondine	463	″	″	″	″	″	″
—		Smithsonite (zinc carbonaté)	″	305	45	″	″	″	″
	—	Sorbine	″	336	76	382	46	602	92
	—	Sous-carbonate de soude	″	331	71	″	″	″	″

UNIAXES.	BIAXES.	NOMS DES SUBSTANCES.	MANUEL DE MINÉRALOGIE.	Ier MÉMOIRE		IIe MÉMOIRE		IIIe MÉMOIRE	
				ANNALES.	EXTRAITS à part.	ANNALES.	EXTRAITS à part.	SAVANTS ÉTRANGERS.	EXTRAITS à part.
	+	Soufre	″	314	54	″	″	603	93
+		Spartalite (oxyde de zinc)	″	300	40	″	″	″	″
—		Spath d'Islande	″	304	44	″	″	″	″
	+	Sphène	149	320	60	392	56	679	169
		Spinelle (monoréfr.)	″	″	″	″	″	713	203
		Stassfurtite (monoréfr.)	″	″	″	″	″	520	10
	+	Staurotide	183	308	48	″	″	604	94
	—	Stilbite	416	327	67	372	36	604	94
—		Strogonowite	223	″	″	″	″	″	″
	—	Strontianite (strontiane carbonatée)	″	330	70	373	37	605	95
	+	Struvite	″	321	61	366	30	605	95
+		Succinate de lithine	″	301	41	″	″	″	″
	—	Sucre de canne	″	336	76	412	76	679	169
	+	Sulfate d'ammoniaque	″	316	56	360	24	606	96
	+	Sulfate d'ammoniaque et cobalt	″	317	57	″	″	″	″
	+	Sulfate d'ammoniaque et magnésie	″	316	56	388	52	″	″
	+	Sulfate d'ammoniaque et nickel	″	316	56	″	″	″	″
	+	Sulfate d'ammoniaque et zinc	″	317	57	″	″	″	″
	—	Sulfate de cadmium	″	″	″	″	″	680	170
	—	Sulfate de protoxyde de cérium	″	″	″	376	40	606	96
	—	Sulfate rose de cérium	″	″	″	404	68	682	172
—		Sulfate céroso-cérique	″	305	45	352	16	″	″
	—	Sulfate de cuivre	″	331	71	″	″	″	″
	+	Sulfate rose de didyme	″	″	″	405	69	682	172
	+	Sulfate de fer	″	″	″	″	″	683	173
—		Sulfate de glucine	″	305	45	″	″	″	″
	—	Sulfate d'igasurine	″	″	″	″	″	606	96
+		Sulfate de lanthane	″	″	″	347	11	″	″
	—	Sulfate de magnésie	″	332	72	375	39	″	″
	—	Sulfate de manganèse à quatre équivalents d'eau	″	″	″	406	70	685	175
	—	Sulfate de morphine	″	″	″	″	″	607	97

UNIAXES.	BIAXES.	NOMS DES SUBSTANCES.	MANUEL DE MINÉRALOGIE.	Ier MÉMOIRE		IIe MÉMOIRE		IIIe MÉMOIRE	
				ANNALES.	EXTRAITS à part.	ANNALES.	EXTRAITS à part.	SAVANTS ÉTRANGERS.	EXTRAITS à part.
—		Sulfate de nickel carré......	"	305	45	"	"	528	18
	—	Sulfate de nickel rhombique.	"	332	72	376	40	"	"
—		Sulfate de nickel et cuivre...	"	305	45	"	"	"	"
+		Sulfate de potasse hexagonal..	"	300	40	"	"	"	"
	+	Sulfate de potasse rhombique.	"	315	55	359	23	608	98
	+	Sulfate de potasse et cobalt..	"	316	56	"	"	"	"
	+	Sulfate de potasse et fer.....	"	316	56	"	"	"	"
	+	Sulfate de potasse et magnésie..................	"	"	"	387	51	"	"
	+	Sulfate de potasse et manganèse.................	"	316	56	"	"	"	"
	+	Sulfate de potasse et nickel..	"	316	56	"	"	"	"
	— et +	Sulfate de soude (sel de Glauber).................	"	333	73	"	"	685	175
—		Sulfate de strychnine octaédrique................	"	339	79	"	"	"	"
	+	Sulfate de strychnine à douze équivalents d'eau........	"	"	"	389	53	"	"
	—	Sulfate de zinc............	"	332	72	375	39	"	"
—		Sulfite de cuivre et ammoniaque...............	"	305	45	"	"	"	"
— ? ou	—	Sulfite de cuivre et potasse...	"	"	"	376	40	"	"
—		Sulfite neutre de magnésie ..	"	"	"	"	"	529	19
+		Sulfite de potasse et fer.....	"	300	40	"	"	"	"
	+	Sulfite de soude...........	"	317	57	391	55	"	"
	+	Sulfovinate de baryte.......	"	"	"	"	"	687	177
+		Sulfure de sodium hydraté..	"	"	"	"	"	529	19
—		Suzannite...............	"	305	45	"	"	"	"
+		Svanbergite.............	"	"	"	349	13	"	"
		Tabaschir (monoréfr.)......	23	"	"	"	"	"	"
+ et + et —		Tabergite...............	438 448	312	52	"	"	"	"
—		Tachydrite..............	"	"	"	"	"	530	20
	—	Talc......	97	328	68	373	37	609	99
		Tankite (pseudomorphe)....	"	"	"	"	"	705	195
	—	Tartrate neutre d'ammoniaque	"	322	62	"	"	688	178

UNIAXES.	BIAXES.	NOMS DES SUBSTANCES.	MANUEL DE MINÉRALOGIE.	Ier MÉMOIRE		IIe MÉMOIRE		IIIe MÉMOIRE	
				ANNALES.	EXTRAITS à part.	ANNALES.	EXTRAITS à part.	SAVANTS ÉTRANGERS.	EXTRAITS à part.
	+	Tartrate d'antimoine et chaux avec azotate de chaux....	″	″	″	368	32	″	″
—		Tartrate d'antimoine et strontiane................	″	″	″	354	18	″	″
	+	Tartrate d'arsenic et strontiane avec azotate d'ammoniaque.	″	″	″	368	32	″	″
	—	Tartrate de potasse........	″	334	74	409	73	″	″
	+	Taurine................	″	″	″	394	58	690	180
	—	Téphroïte..............	38	″	″	″	″	609	99
	+	Terpine du pin d'Australie...	″	″	″	370	34	610	100
	+	Terpine du pin maritime....	″	″	″	370	34	610	100
	+	*Thalackérite* (anthophyllite)..	″	″	″	″	″	542	32
	+	Thénardite.............	″	318	58	″	″	610	100
	—	Thermophyllite...........	114	″	″	″	″	611	101
	+	Thomsonite.............	374	312	52	355	19	612	102
		Thorite (monoréfr.).......	133	″	″	″	″	″	″
	+	Thulite (Zoïsite)..........	241	″	″	″	″	″	″
	+	Topaze.................	475	319	59	363	27	612	102
—		Tourmaline.............	506	301	41	349	13	530	20
	+	Tréhalose..............	″	″	″	369	33	613	103
	—	Trémolite..............	78	″	″	″	″	690	180
	+	Triphane...............	351	″	″	″	″	″	″
	+	Triplite................	″	″	″	″	″	690	180
		Tschewkinite (amorphe)....	553	″	″	″	″	″	″
	—	Urao (trona)...........	″	″	″	″	″	692	182
+		Urée..................	″	301	41	″	″	″	″
—		Vanadinite.............	″	″	″	353	17	″	″
—		Vermiculite (pennine)......	441	″	″	″	″	″	″
		Verre antique (amorphe)....	″	″	″	″	″	520	10
	+	Villarsite...............	96	″	″	″	″	614	104
	— ?	Vilnite (Wollastonite)......	554	″	″	″	″	″	″
	+	Violane (pyroxène).......	66	″	″	″	″	693	183
	+	Vivianite..............	″	″	″	″	″	694	184
	+	Wagnérite..............	″	″	″	″	″	697	187

UNIAXES.	BIAXES.	NOMS DES SUBSTANCES.	MANUEL DE MINÉRALOGIE.	Ier MÉMOIRE		IIe MÉMOIRE		IIIe MÉMOIRE	
				ANNALES.	EXTRAITS à part.	ANNALES.	EXTRAITS à part.	SAVANTS ÉTRANGERS.	EXTRAITS à part.
	+	Wawellite	//	//	//	//	//	614	104
+		Willémite	43	299	39	//	//	//	//
		Williamsite (amorphe)	112	//	//	//	//	//	//
		Wilsonite (pseudomorphe)	236	//	//	//	//	//	//
	—	Withamite (épidote)	252	//	//	//	//	//	//
	—	Withérite	//	330	70	373	37	615	105
	—	Wöhlérite	165	//	//	//	//	616	106
	—	Wollastonite	50	//	//	395	59	697	187
	+	Wörthite (Sillimanite)	182	//	//	//	//	//	//
—		Wulfénite	//	307	47	354	18	//	//
+		Wurtzite	//	//	//	//	//	530	20
— ou	—	Xanthophyllite	468	304	44	//	//	616	106
	+	Xénolite (Sillimanite)	181	//	//	//	//	//	//
+		Xénotime	//	//	//	349	13	//	//
		Ziguéline (monoréfr.)	//	//	//	//	//	520	10
+		Zircon	155	299	39	//	//	531	21
	+	Zoïsite	240	//	//	//	//	616	106





